

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第 3 3 9 1 3 2 0 号

(P 3 3 9 1 3 2 0)

(45) 発行日 平成15年3月31日 (2003. 3. 31)

(24) 登録日 平成15年1月24日 (2003. 1. 24)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

H 0 2 M 3/28

H 0 2 M 3/28

C

L

請求項の数 4

(全 1 0 頁)

(21) 出願番号 特願平11-350075

(22) 出願日 平成11年12月9日 (1999. 12. 9)

(65) 公開番号 特開2001-169545 (P2001-169545A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001. 6. 22)

審査請求日 平成13年12月3日 (2001. 12. 3)

(73) 特許権者 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 松本 匡彦

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 長井 淳

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 西山 隆芳

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

審査官 川端 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 D C - D C コンバータ

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一次コイルと二次コイルを有するトランスを備え、一次コイルにスイッチ素子を直列に接続し、2 次コイルに同期整流器を有する整流平滑回路を接続して、入力電源から一次コイルに供給される入力電圧をスイッチ素子のスイッチング動作により定まる入出力変換比でもって電圧変換して整流平滑回路から負荷に出力する D C - D C コンバータにおいて、上記トランスに設けた三次コイルと、該三次コイルに接続されて検出電圧を出力する出力電圧検出回路と、該出力電圧検出回路の検出電圧に基づいて制御電圧を出力し上記スイッチ素子のオン期間を出力電圧の安定化方向に可変制御する制御回路と、出力側から入力側へ向かう逆電流を検知する逆電流検知手段と、逆電流が検知されたときに上記出力電圧検出回路の検出電圧を低下させることにより上記制御回

2

路を制御し上記スイッチ素子のスイッチング動作を上記入出力変換比の増加方向に制御して逆電流の通電量を抑制する逆電流抑制手段とが設けられていることを特徴とする D C - D C コンバータ。

【請求項 2】 入力電圧をスイッチ素子のスイッチング動作により定まる入出力変換比でもって電圧変換して負荷に出力する同期整流器を備えた D C - D C コンバータにおいて、スイッチ素子は制御端子部に加えられる制御電圧に基づいてスイッチング動作が制御される構成と成し、出力側から入力側へ向かう逆電流を検知する逆電流検知手段と、逆電流が検知されたときにスイッチ素子のスイッチング動作を上記入出力変換比の増加方向に制御して逆電流の通電量を抑制する逆電流抑制手段とが設けられ、該逆電流検知手段は、上記スイッチ素子の制御電圧を検出する制御電圧検出手段と、スイッチ素子の電流

入出力端部間の両端電圧を検出する両端電圧検出手段と、上記制御電圧がスイッチ素子の設定のオン駆動のスレッシュホールド電圧未満であり、かつ、スイッチ素子の両端電圧が逆電流によって生じる低電圧状態であるときに逆電流検知信号を出力する逆電流検知信号出力手段とを有して構成されていることを特徴とするDC-DCコンバータ。

【請求項3】 逆電流検知手段は、入力電流あるいはスイッチ素子の通電電流を検出し、この検出値が設定値以下であるときに逆電流が通電していると検知することを特徴とした請求項1記載のDC-DCコンバータ。

【請求項4】 逆電流検知手段は、逆電流通電に起因して電流の向きが逆向きになる電流経路上の電流を検出し、この検出した電流の向きに基づいて逆電流を検知する構成と成していることを特徴とする請求項1記載のDC-DCコンバータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はスイッチング電源装置等に組み込まれる同期整流器を備えたDC-DCコンバータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 スwitchング電源装置等に組み込まれるDC-DCコンバータは、周知のように、直流の入力電圧 $V_{in}$ をスイッチ素子（例えば、MOS-FET）のスイッチング動作によって一旦交流に変換し、この交流電圧を整流平滑回路によって整流・平滑して直流の電圧 $V_{out}$ を負荷に出力するものである。このようなDC-DCコンバータでは、上記スイッチ素子のスイッチング動作を制御することで上記出力電圧 $V_{out}$ を可変制御することができる。換言すれば、入力電圧 $V_{in}$ に対する出力電圧 $V_{out}$ の比（入出力変換比）はスイッチ素子のスイッチング動作により定まる。このことから、出力電圧 $V_{out}$ を検出し該検出電圧に基づいて上記出力電圧 $V_{out}$ を設定の電圧値に安定させるべく上記スイッチ素子のスイッチング動作制御が行われている。また、近年、上記整流平滑回路の整流器として、導通損失の低減を図るために、同期整流器を用いるものが増えてきている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、入力電圧 $V_{in}$ の急激な上昇や負荷の通電電流減少に起因して、DC-DCコンバータから負荷に供給している出力電圧 $V_{out}$ よりも大きな電圧（オーバーシュート電圧）がDC-DCコンバータの出力側に印加する場合がある。

【0004】 このような場合、上記オーバーシュート電圧の印加によって、整流平滑回路の平滑コンデンサには上記オーバーシュート電圧に応じた電荷が充電される。その後、オーバーシュート電圧の印加状態が解消されてDC-DCコンバータの出力側の電圧が定常の電圧値に復帰すると、その瞬間に、上記充電された平滑コンデ

ンサの電荷が放電する。この際、上記オーバーシュート電圧の印加による出力電圧 $V_{out}$ の降下方向のスイッチ素子のスイッチング動作制御に起因して、入力電圧 $V_{in}$ に入出力変換比を乗算して得られる電圧値が平滑コンデンサの両端電圧値よりも低くなっているために、上記平滑コンデンサから放電された電荷は、DC-DCコンバータの入力側に向けて流れ、DC-DCコンバータの出力側から入力側に向かう逆電流となる。

【0005】 この逆電流の通電量は、上記オーバーシュート電圧が定常の出力電圧 $V_{out}$ よりも僅かに高い電圧であっても、非常に大きなものとなり、その大きな逆電流通電に起因して様々な問題が生じてしまう。

【0006】 そのような大きな逆電流が通電してしまうのは、従来の同期整流器を備えたDC-DCコンバータでは、図7（a）に示すようなレギュレーション特性を持っていたからである。すなわち、従来において、同期整流器を利用して整流平滑を行って直流の出力電圧 $V_{out}$ を出力するタイプのDC-DCコンバータでは、図7（a）に示すように、出力電流の減少方向の変動量に対する出力電圧 $V_{out}$ の増加方向の変動量（傾き）が緩やかであるレギュレーション特性を持っていた。なお、図7（a）に示す出力電流が正（+）である領域はDC-DCコンバータの入力側から出力側に向けて出力電流が通電している領域であり、出力電流が負（-）である領域はDC-DCコンバータの出力側から入力側に向けて逆電流が通電している逆電流通電領域である。

【0007】 従来では、図7（a）に示すようなレギュレーション特性を持つために、例えば、DC-DCコンバータの出力側に電圧値が $V_x$ という僅かなオーバーシュート電圧が印加しただけでも、電流値 $I_x$ という大きな逆電流がDC-DCコンバータ内を通電してしまう。

【0008】 この大きな逆電流通電によって、大きな電流ストレスがDC-DCコンバータを構成している部品に加えられて部品破損の虞がある。また、トランスや、整流平滑用のチョークコイル、同期整流器を有しているDC-DCコンバータでは、スイッチ素子のオン期間に逆電流通電による大きな電磁エネルギーが上記チョークコイルやトランスに蓄積され、スイッチ素子がオフした瞬間にその蓄積されたエネルギーに基づいた大きな電圧がスイッチ素子や、整流平滑用の同期整流器に印加してスイッチ素子や同期整流器を破損してしまう虞がある。このように、大きな逆電流通電に起因してDC-DCコンバータの部品破損問題が生じていた。

【0009】 また、複数のDC-DCコンバータを負荷に並列に接続する並列運転の使用形態を採る場合がある。このような並列運転を行う際に、上記並列接続されている複数のDC-DCコンバータ間に出力電圧 $V_{out}$ のばらつきが生じることがある。このような場合には、出力電圧 $V_{out}$ の高いDC-DCコンバータから出力電圧 $V_{out}$ の低いDC-DCコンバータに向かって逆電流

が流れる。

【0010】例えば、出力電圧 $V_{out}$ の高い方のDC-DCコンバータAが、図7(b)の実線Aに示すレギュレーション特性を持ち、出力電圧 $V_{out}$ の低い方のDC-DCコンバータBが、図7(b)の実線Bに示すレギュレーション特性を持ち、並列運転している複数のDC-DCコンバータ全体から負荷に供給される電流の値が $I_c$ であるとする。この場合には、出力電圧 $V_{out}$ の低い方のDC-DCコンバータBには、上記DC-DCコンバータAの出力電圧 $V_{out}$ に基づいた電流値 $I_b$ の逆電流がDC-DCコンバータA側から通電する。この逆電流通電に起因して上記DC-DCコンバータBには損失が発生する。

【0011】また、一方、上記DC-DCコンバータAでは、負荷への供給電流量 $I_c$ に対する上記逆電流通電に起因した不足分 $I_b$ を補うために電流値 $I_a$  ( $I_a = I_b + I_c$ )の電流を出力しなければならない。このため、上記DC-DCコンバータA内の通電電流量が大きくなって損失が増加してしまう。上記のように、並列運転時に、並列接続しているDC-DCコンバータ間に出

力電圧 $V_{out}$ のばらつきが生じると、出力電圧 $V_{out}$ の高い方のDC-DCコンバータAと低い方のDC-DCコンバータBとの双方の損失が増加して、回路効率が悪化してしまうという問題が生じる。

【0012】

この発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、逆電流の通電量を抑制して逆電流通電に起因した部品の破損や、並列運転時に逆電流に起因した損失増加問題を防止することができる同期整流器を備えたDC-DCコンバータを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明は次に示す構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第1の発明は、一次コイルと二次コイルを有するトランスを備え、一次コイルにスイッチ素子を直列に接続し、2次コイルに同期整流器を有する整流平滑回路を接続して、入力電源から一次コイルに供給される入力電圧をスイッチ素子のスイッチング動作により定まる入出力変換比でもって電圧変換して整流平滑回路から負荷に出力するDC-DCコンバータにおいて、上記トランスに設けた三次コイルと、該三次コイルに接続されて検出電圧を出力する出力電圧検出回路と、該出力電圧検出回路の検出電圧に基づいて制御電圧を出力し上記スイッチ素子のオン期間を出力電圧の安定化方向に可変制御する制御回路と、出力側から入力側へ向かう逆電流を検知する逆電流検知手段と、逆電流が検知されたときに上記出力電圧検出回路の検出電圧を低下させることにより上記制御回路を制御し上記スイッチ素子のスイッチング動作を上記入出力変換比の増加方向に制御して逆電流の通電量を抑制する逆電流抑制手段と

が設けられている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0014】第2の発明は、入力電圧をスイッチ素子のスイッチング動作により定まる入出力変換比でもって電圧変換して負荷に出力する同期整流器を備えたDC-DCコンバータにおいて、スイッチ素子は制御端子部に加えられる制御電圧に基づいてスイッチング動作が制御される構成と成し、出力側から入力側へ向かう逆電流を検知する逆電流検知手段と、逆電流が検知されたときにスイッチ素子のスイッチング動作を上記入出力変換比の増加方向に制御して逆電流の通電量を抑制する逆電流抑制手段とが設けられ、該逆電流検知手段は、上記スイッチ素子の制御電圧を検出する制御電圧検出手段と、スイッチ素子の電流入出力端部間の両端電圧を検出する両端電圧検出手段と、上記制御電圧がスイッチ素子の設定のオン駆動のスレッシュホールド電圧未満であり、かつ、スイッチ素子の両端電圧が逆電流によって生じる低電圧状態であるときに逆電流検知信号を出力する逆電流検知信号出力手段とを有して構成されていることを特徴としてい

る。

【0015】第3の発明は、上記第1の発明の構成を備え、逆電流検知手段は、入力電流あるいはスイッチ素子の通電電流を検出し、この検出値が設定値以下であるときに逆電流が通電していると検知することを特徴として構成されている。

【0016】第4の発明は、上記第1の発明の構成を備え、逆電流検知手段は、逆電流通電に起因して電流の向きが逆向きになる電流経路上の電流を検出し、この検出した電流の向きに基づいて逆電流を検知する構成と成していることを特徴として構成されている。

【0017】上記構成の発明において、逆電流検知手段が逆電流を検知したときには、逆電流抑制手段がスイッチ素子のスイッチング動作を入出力変換比の増加方向に制御する。このように、逆電流抑制手段が動作することによって、本発明のDC-DCコンバータは、逆電流の増加方向の変動量に対する出力電圧の増加方向の変動量が急激であるレギュレーション特性を持つこととなる。このために、例えば、DC-DCコンバータの出力側にオーバーシュート電圧が印加した際に、そのオーバーシュート電圧印加に起因した逆電流の通電量を従来に比べて大幅に抑制することが可能となる。

【0018】これにより、逆電流通電に起因した部品の破損をほぼ防止することができる。また、並列運転を行う際にも、並列接続されている複数のDC-DCコンバータ間に出

力電圧のばらつきがある場合に、それら出力電圧のばらつきに起因した逆電流の通電量を小さく抑制することができるので、その逆電流によるDC-DCコンバータの損失増加を緩和することができ、回路効率の悪化を防止することができる。

【0019】



【発明の実施の形態】以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づいて説明する。

【0020】本発明者は、逆電流の通電量を抑制するために、図2(a)の実線 $\alpha$ に示すようなレギュレーション特性、つまり、出力電流が負(−)となる逆電流通電領域において逆電流の増加方向の変動量に対する出力電圧 $V_{out}$ の増加方向の変動量が急激であるレギュレーション特性 $\alpha$ を持つように、DC-DCコンバータの回路を構成することを考え付いた。

【0021】上記のようなレギュレーション特性 $\alpha$ を持つことにより、例えば、DC-DCコンバータの出力側に電圧値 $V_x$ のオーバーシュート電圧が印加した際には、DC-DCコンバータには電流値 $I_z$ の逆電流が通電することとなる。これに対して、図2(a)の鎖線 $\beta$ に示すような従来のレギュレーション特性 $\beta$ を持っている場合には、上記同様の電圧値 $V_x$ のオーバーシュート電圧がDC-DCコンバータの出力側に印加した際に、DC-DCコンバータには上記電流値 $I_z$ よりも格段に大きな電流値 $I_x$ の逆電流が通電してしまう。

【0022】このように、上記レギュレーション特性 $\alpha$ を持たせることにより、DC-DCコンバータにおける逆電流の通電量を従来に比べて大幅に抑制することができ、これにより、大きな逆電流通電に起因した様々な問題発生を防止することが可能となる。

【0023】本発明者は、DC-DCコンバータに上記特有なレギュレーション特性 $\alpha$ を持たせるために、逆電流を検知する逆電流検知手段と、逆電流が検知されたときにスイッチ素子のスイッチング動作を入出力変換比の増加方向に制御して逆電流の通電量を抑制する逆電流抑制手段とをDC-DCコンバータに組み込むことを考え出した。

【0024】上記逆電流検知手段と逆電流抑制手段の各回路構成には様々な構成が考えられ、それら何れの回路構成をも採り得るものであるが、以下に、その具体的な回路構成例を示す。

【0025】図1には上記逆電流検知手段と逆電流抑制手段が組み込まれて上記特有なレギュレーション特性 $\alpha$ を持つ同期整流器を備えたDC-DCコンバータの第1の実施形態例が示されている。すなわち、図1に示すDC-DCコンバータ1は絶縁型フォワードコンバータであり、トランス2を有している。このトランス2の一次コイル3の一端側3aは入力側接続部4aに接続され、上記一次コイル3の他端側3bにはMOS-FETから成るスイッチ素子5のドレイン側が接続され、このスイッチ素子5のソース側は入力側接続部4bに接続される。上記入力側接続部4aを直流の入力電源6の正極側に、また、入力側接続部4bを上記入力電源6の負極側にそれぞれ接続することにより、トランス2の一次側は入力電源6に接続される。

【0026】また、トランス2の二次コイル7の一端側

7aには、MOS-FETから成る整流側同期整流器8のゲート側と、インバータ9の入力側と、MOS-FETから成る転流側同期整流器10のドレイン側と、平滑コンデンサ12の一端側12aとがそれぞれ接続されている。

【0027】上記二次コイル7の他端側7bには、上記整流側同期整流器8のドレイン側が接続され、この整流側同期整流器8のソース側は上記転流側同期整流器10のソース側に接続され、転流側同期整流器10のゲート側には上記インバータ9の出力側が接続されている。また、上記整流側同期整流器8と転流側同期整流器10のソース側同士の接続部にはチョークコイル13の一端側が接続され、このチョークコイル13の他端側は上記平滑コンデンサ12の他端側12bに接続されている。

【0028】上記平滑コンデンサ12には出力側接続部14a、14bを介して負荷15が並列に接続される。

【0029】上記トランス2は三次コイル18を有しており、この三次コイル18の一端側18aにはダイオード19のカソード側と、コンデンサ20の一端側20aとがそれぞれ接続されている。上記三次コイル18の他端側18bにはダイオード21のカソード側が接続され、このダイオード21のアノード側には上記ダイオード19のアノード側と、チョークコイル22の一端側が接続されている。このチョークコイル22の他端側には上記コンデンサ20の他端側20bが接続されている。このコンデンサ20には抵抗体23、24の直列接続体が並列に接続されている。

【0030】上記抵抗体23、24の接続部にはオペアンプ25の反転入力端子(−)が接続され、このオペアンプ25の非反転入力端子(+)には基準電源26の正極側が接続され、オペアンプ25の出力側はコンパレータ27の非反転入力端子(+)に接続されている。また、上記オペアンプ25の反転入力端子側と出力側との間は抵抗体28とコンデンサ29の位相補正用の直列接続体を介して接続されている。

【0031】上記コンパレータ27の反転入力端子(−)には三角波発振器30の出力側が接続され、コンパレータ27の出力側は前記スイッチ素子5のゲート側に接続されている。

【0032】また、前記抵抗体23、24の接続部とオペアンプ25の反転入力端子との接続部XにはPNPトランジスタ31のエミッタ側が接続され、PNPトランジスタ31のコレクタ側には抵抗体32の一端側が接続され、抵抗体32の他端側はグランド側に接続されている。

【0033】上記PNPトランジスタ31のベース側にはコンデンサ33の一端側と、抵抗体34の一端側と、ダイオード35のカソード側と、ダイオード36のカソード側とがそれぞれ接続され、上記コンデンサ33の他端側と、抵抗体34の他端側とはそれぞれグランド側に

接地されている。

【0034】上記ダイオード35のアノード側は抵抗体37の一端側に接続され、この抵抗体37の他端側はスイッチ素子5のゲート側に接続されている。また、上記ダイオード36のアノード側には抵抗体38の一端側が接続され、この抵抗体38の他端側はスイッチ素子5のドレイン側に接続されている。

【0035】上記整流側同期整流器8とインバータ9と転流側同期整流器10と平滑コンデンサ12とチョークコイル13によって整流平滑回路40が構成されている。この整流平滑回路40は、トランス2の二次コイル7から出力される交流電圧を整流・平滑して直流の電圧Voutを負荷15に向けて供給するものである。

【0036】上記ダイオード21、19とコンデンサ20とチョークコイル22によって、上記出力電圧Voutを検出する出力電圧検出回路41が構成されている。三次コイル18から出力されるエネルギーはDC-DCコンバータから負荷15に出力される出力電圧Voutに対応している。このことを利用して、上記出力電圧検出回路41は上記三次コイル18から出力される交流電圧を整流・平滑し、この整流・平滑動作により得られた電圧を抵抗体23、24によって分圧し該分圧電圧を出力電圧Voutの検出電圧として出力するものである。

【0037】上記オペアンプ25と基準電源26とコンパレータ27と抵抗体28とコンデンサ29と三角波発振器30によって制御回路42が構成されている。この制御回路42は、上記出力電圧検出回路41から出力された出力電圧Voutの検出電圧に基づいて、出力電圧Voutを設定の電圧値に安定すべく、スイッチ素子5のスイッチング動作を制御するものである。この第1の実施形態例では、制御回路42は、上記コンパレータ27の出力側からスイッチ素子5の制御端子部であるゲートに図3(b)に示すような制御電圧であるパルス波形信号を加え、そのパルス波形信号のパルス幅tを出力電圧Voutの安定化方向に可変制御してスイッチ素子5のオン期間を可変制御する。換言すれば、制御回路42は、スイッチ素子5のデューティ比(オン・オフの1周期Tに対するオン期間tの比( $t/T$ ))を出力電圧Voutの安定化方向に可変制御する。これにより、出力電圧Voutが可変制御されて出力電圧Voutの安定化が図られる。

【0038】この第1の実施形態例において特徴的な前記逆電流検知手段は上記コンデンサ33と抵抗体34、37、38とダイオード35、36によって構成されており、前記逆電流抑制手段は上記PNPトランジスタ31と抵抗体32によって構成されている。

【0039】ところで、図3には逆電流が通電していないときにDC-DCコンバータの主要回路構成部品に通電する電流あるいは電圧の波形例が示されており、図4には逆電流通電時における主要回路構成部品の通電電流あるいは電圧の波形例が示されている。上記図3

(a)、(b)に示すように、逆電流が通電していないときには、スイッチ素子5のゲート電圧が設定のオン駆動のスレッシュホールド電圧未満となってスイッチ素子5がオフした瞬間にスイッチ素子5のドレイン電圧(ドレイン-ソース間電圧(スイッチ素子の電流入出力端部間の両端電圧))は零から入力電源6の入力電圧Vinに基づいた電圧値Vs以上に急激に上昇している。

【0040】これに対して、図4(a)、(b)に示すように、逆電流が通電しているときには、スイッチ素子5がオフしてもスイッチ素子5のドレイン電圧は逆電流通電によって低電圧状態(つまり、この第1の実施形態例では、零ボルト)から変動しない期間Pが生じる。この現象は、逆電流通電によって整流平滑回路40のチョークコイル13に蓄積されたエネルギーがスイッチ素子5のオフによってトランス2の二次側から一次側に伝達されることにより生じるものであり、逆電流通電時に特有な現象である。

【0041】本発明者は上記逆電流時に特有な現象に着目し、スイッチ素子5のゲート電圧が設定のオン駆動のスレッシュホールド電圧未満であり、かつ、スイッチ素子5のドレイン電圧(両端電圧)が逆電流によって生じる低電圧状態(つまり、この第1の実施形態例では零ボルト)であるときに逆電流を検知する上記逆電流検知手段43を形成した。

【0042】つまり、逆電流検知手段43は、上記ダイオード35と抵抗体37から成る制御電圧検出手段であるゲート電圧検出手段と、上記ダイオード36と抵抗体38から成る両端電圧検出手段であるドレイン-ソース間電圧検出手段(ドレイン電圧検出手段)と、スイッチ素子5のゲート電圧が設定のオン駆動のスレッシュホールド電圧未満以下で、かつ、スイッチ素子5のドレイン電圧(両端電圧)が低電圧状態であるときに逆電流検知信号を出力するコンデンサ33と抵抗体34から成る逆電流検知信号出力手段とを有して構成されている。

【0043】この第1の実施形態例に示すDC-DCコンバータは上記のように構成されている。以下に、この第1の実施形態例において最も特徴的な上記逆電流検知手段43と逆電流抑制手段44の各回路動作の一例を簡単に説明する。

【0044】上記逆電流検知手段43のダイオード35と抵抗体37はスイッチ素子5のゲート電圧を検出し、また、ダイオード36と抵抗体38はスイッチ素子5のドレイン電圧(ドレイン-ソース間電圧)を検出し、これら検出したゲート電圧、ドレイン電圧をそれぞれコンデンサ33および抵抗体34に加える。コンデンサ33と抵抗体34は上記加えられた電圧に応じた図3(f)や図4(f)に示すような電圧を上記逆電流抑制手段44のPNPトランジスタ31のベース側に加える。

【0045】このコンデンサ33、抵抗体34からPNPトランジスタ31のベース側に出力される電圧は、上



記ゲート電圧が設定のオン駆動のスレッシュホールド電圧未満であり、かつ、スイッチ素子5のドレイン電圧が逆電流によって生じる低電圧状態であるときには、図4

(f)に示すように、他の状態のときよりも低下する。この第1の実施形態例では、その低下したPNPトランジスタ31のベース電圧が設定のオン駆動電圧レベルを持つ信号となるように回路定数が設定されている。つまり、コンデンサ33と抵抗体34は、逆電流が生じているときには、PNPトランジスタ31のオン駆動電圧レベルを持つ信号を逆電流検知信号としてPNPトランジスタ31のベース側に出力する。

【0046】上記PNPトランジスタ31は上記逆電流検知信号を受けてオンする。これにより、抵抗体23、24の接続部からオペアンプ25の反転入力端子に向かう電流の一部が前記接続部XからPNPトランジスタ31と抵抗体32を通して分流する。このために、逆電流通電時には前記オーバーシュート電圧印加に起因して抵抗体23、24の接続部から出力される電圧は定常時よりも増加しているのにも拘わらず、オペアンプ25の反転入力端子に入力する電圧は定常時よりも低下することとなる。この電圧低下によって、制御回路42からスイッチ素子5のゲートに加えられるパルス波形信号のパルス幅 $t$ が広がってスイッチ素子5のオン期間が長くなり、入出力変換比が増加する結果、出力電圧 $V_{out}$ が増加する。

【0047】この第1の実施形態例によれば、上記逆電流検知手段43と逆電流抑制手段44を設けて逆電流通電時には入出力変換比を増加させる構成とし、図2

(a)の実線 $\alpha$ に示すような特有なレギュレーション特性 $\alpha$ をDC-DCコンバータに持たせたので、逆電流が発生した際に、その逆電流の通電量を従来に比べて大幅に抑制することができることとなった。

【0048】このように、逆電流の通電量を抑制することができるので、大きな逆電流が通電することによる前述したような部品の破損問題を防止することができる。

【0049】また、この第1の実施形態例に示したDC-DCコンバータを用いて並列運転を行う際に、並列接続されている複数のDC-DCコンバータ間に出力電圧 $V_{out}$ のばらつきが生じて、その出力電圧 $V_{out}$ のばらつきに起因した逆電流通電による損失増加を緩和することができ、回路効率の悪化を防止することができる。

【0050】つまり、並列運転を行うDC-DCコンバータのうち、出力電圧 $V_{out}$ の高いDC-DCコンバータAが持つレギュレーション特性が例えば図2(b)の実線Aに示すような特性を示し、また、出力電圧 $V_{out}$ の低いDC-DCコンバータBが持つレギュレーション特性が例えば図2(b)の実線Bに示すような特性を示すこととなる。これにより、上記DC-DCコンバータAからDC-DCコンバータBへの逆電流の通電量は $I_{b'}$ となり、従来のレギュレーション特性を持つ図7

(b)に示す逆電流の電流量 $I_b$ に比べて、格段に小さくなる。このため、逆電流通電に起因した上記DC-DCコンバータBの損失を小さく抑制することができる。

【0051】また、上記DC-DCコンバータAの通電量も、上記DC-DCコンバータBへの逆電流通電量が少なくなるために減少し、これにより、DC-DCコンバータAの損失も抑制することができる。

【0052】このように、逆電流の通電量を抑制することができることによって、並列運転を行う際に、逆電流通電に起因した損失増加を格段に緩和することができ、回路効率の悪化を防止することができる。

【0053】以下に、第2の実施形態例を説明する。

【0054】この第2の実施形態例において特徴的なことは、逆電流検知手段43の抵抗体38の一端側が、前記第1の実施形態例で示したようにスイッチ素子5のドレイン側ではなく、図5に示すように、出力電圧検出回路41のダイオード19、21のアノード側同士の接続部に接続されていることである。

【0055】また、この第2の実施形態例では、逆電流抑制手段44が、前記第1の実施形態例に示したPNPトランジスタ31および抵抗体32に代えて、ダイオード46により構成されていることも特徴的なことである。上記ダイオード46のアノード側は、抵抗体23、24の接続部とオペアンプ25の反転入力端子との接続部Xに接続され、このダイオード46のカソード側が逆電流検知手段44の出力側(コンデンサ33、抵抗体34)に接続されている。

【0056】上記以外の構成は前記第1の実施形態例と同様であり、この第2の実施形態例の説明では、前記第1の実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

【0057】図3(a)、(e)および図4(a)、

(e)に示すように、スイッチ素子5のドレイン電圧が逆電流通電に起因して低電圧状態であるときには、出力電圧検出回路41におけるダイオード19、21のアノード側の電圧は負の電圧となり、それ以外のときには正の電圧となっている。この第2の実施形態例では、その現象に着目し、前記第1の実施形態例に示すようにスイッチ素子5のドレイン電圧(両端電圧)の低電圧状態を直接的に検知するのではなく、上記ダイオード36と抵抗体38によって上記ダイオード19、21のアノード側の電圧を検出して上記スイッチ素子5のドレイン電圧(両端電圧)の低電圧状態を間接的に検出する構成を備えている。

【0058】この第2の実施形態例では、逆電流検知手段43は、逆電流通電によって、スイッチ素子5のゲート電圧が設定のオン駆動のスレッシュホールド電圧未満であり、かつ、スイッチ素子5のドレイン電圧が低電圧状態(つまり、ダイオード19、21のアノード側同士の接続部の電圧が負の状態)であるときに、逆電流抑制手段

44のダイオード46のカソード側の電圧を低下させて、ダイオード46の印加電圧がオン駆動電圧以上となるように構成されている。

【0059】このため、逆電流通電時には、ダイオード46がオンして、前記第1の実施形態例と同様に、抵抗体23、24の接続部からオペアンプ25に向かう電流の一部が前記接続部Xでダイオード46側に分流し、オペアンプ25の反転入力端子に入力する電圧が低下する。この結果、制御回路42からスイッチ素子5に加えられるパルス波形信号のパルス幅 $t$ が拡大して入出力変換比が増加して出力電圧 $V_{out}$ が増加する。

【0060】この第2の実施形態例においても、前記第1の実施形態例と同様に、逆電流検知手段43と逆電流抑制手段44を設けて逆電流が通電しているときには入出力変換比を増加させる構成とし、前記図2(a)に示すような特有なレギュレーション特性 $\alpha$ をDC-DCコンバータに持たせることができるので、逆電流の通電量を抑制することができ、逆電流通電に起因した様々な問題を防止することができる。

【0061】以下に、第3の実施形態例を説明する。なお、この第3の実施形態例の説明において前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

【0062】この第3の実施形態例では、逆電流検知手段43は、図6に示すように、抵抗体47、48とコンデンサ49と基準電源50とオペアンプ51を有して構成されており、逆電流抑制手段44はダイオード46により構成されている。それ以外の構成は前記各実施形態例と同様である。

【0063】すなわち、この第3の実施形態例では、スイッチ素子5のソース側に抵抗体47が直列に接続され、この抵抗体47とスイッチ素子5のソース側との接続部に抵抗体48の一端側が接続され、抵抗体48の他端側がコンデンサ49の一端側とオペアンプ51の非反転入力端子(+)とにそれぞれ接続されている。オペアンプ51の反転入力端子(-)には基準電源50の正極側が接続され、上記コンデンサ49の他端側と基準電源50の負極側とはそれぞれグランド側に接続されている。上記オペアンプ51の出力側にはダイオード46のカソード側が接続され、このダイオード46のアノード側は前記第2の実施形態例と同様に接続部Xに接続されている。

【0064】この第3の実施形態例のDC-DCコンバータは上記のように構成されており、以下に、この第3の実施形態例において特徴的な逆電流検知手段43と逆電流抑制手段44の動作例を簡単に示す。

【0065】例えば、抵抗体47はスイッチ素子5に通電するドレイン電流を検出して抵抗体48とコンデンサ49から成る積分回路に出力する。この積分回路は上記ドレイン電流を積分してオペアンプ51の非反転入力端

子に加える。図3(c)に示す逆電流の非通電時におけるスイッチ素子5のドレイン電流に比べて、図4(c)に示されるように、逆電流通電時にはスイッチ素子5のドレイン電流は非常に低くなっている。このことから、上記積分回路からオペアンプ51の非反転入力端子に入力する電圧は逆電流通電時には逆電流の非通電時よりも大幅に低下することとなる。

【0066】この第3の実施形態例では、上記逆電流通電時におけるオペアンプ51の非反転入力端子への入力電圧の低下を利用し、逆電流通電時にはオペアンプ51の出力側の電圧を低下させて、前記第2の実施形態例と同様に、ダイオード46がオンするように設定されている。このため、逆電流通電時には、オペアンプ51の動作によってダイオード46がオン状態となって、前記各実施形態例と同様に、抵抗体23、24の接続部からオペアンプ25に向かう電流の一部が接続部Xからダイオード46側に分流し、その結果、出力電圧 $V_{out}$ が増加する。

【0067】この第3の実施形態例によれば、前記各実施形態例と同様に、逆電流が生じているときには、入出力変換比を増加させる構成と成し、前記特有なレギュレーション特性 $\alpha$ を持つように構成したので、逆電流の通電量を抑制することができ、大きな逆電流通電に起因した様々な問題を防止することができる。

【0068】また、並列運転を行う際に、並列接続される複数のDC-DCコンバータ間に出力電圧 $V_{out}$ のばらつきが生じている場合に、その出力電圧 $V_{out}$ のばらつきに起因した逆電流の通電量をも抑制することができ、逆電流通電に起因した損失増加を緩和することができ、回路効率の悪化を防止することができる。

【0069】なお、この発明は上記各実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、上記各実施形態例に示した逆電流検知手段43に代えて、次に示すような構成の逆電流検知手段を設けてもよい。例えば、逆電流検知手段は、平滑コンデンサ12よりも出力側に設けられる電流検出素子を有し、この電流検出素子により検出される電流の向きが負荷15から平滑コンデンサ12に向かう逆方向になったときに、逆電流を検知する構成としてもよい。また、逆電流検知手段は、入力電源6から一次コイル3側に向かう電流経路上に設けられた電流検出素子を有し、この電流検出素子により検出される電流の向きに基づいて逆電流を検知する構成としてもよい。

【0070】さらに、上記第3の実施形態例では、抵抗体47を用いてスイッチ素子5のドレイン電流を検出する構成であったが、上記抵抗体47に代えて、カレントトランスを設け、該カレントトランスによってスイッチ素子5のドレイン電流を検出するように構成してもよい。さらに、上記第3の実施形態例では、スイッチ素子5のドレイン電流を検出し、この検出したドレイン電流



の積分値が設定値以下であるときに逆電流通電を検知する構成であったが、例えば、スイッチ素子 5 のドレイン電流を検出し、スイッチ素子 5 のオン期間中における上記ドレイン電流が設定値以下であるときに逆電流通電を検知する構成としてもよい。このように、検出した電流の積分値を用いずに、逆電流通電を検知する構成としてもよい。さらに、上記第 3 の実施形態例では、スイッチ素子 5 のドレイン電流を利用して逆電流通電を検知していたが、入力電源 6 から供給される入力電流を検出し、この検出値あるいは検出した入力電流の積分値が設定値以下であるときに逆電流を検知する構成としてもよい。

【0071】さらに、上記各実施形態例の DC-DC コンバータはフォワードコンバータ方式のものであったが、本発明は、フォワードコンバータ方式以外の例えばフライバックコンバータ方式等のコンバータ方式のものにも適用してもよい。さらに、上記各実施形態例では、絶縁型の DC-DC コンバータを例にして説明したが、本発明は、降圧コンバータ等の非絶縁型 DC-DC コンバータにも適用してもよい。さらにまた、上記各実施形態例の DC-DC コンバータは、単出力のものであったが、本発明は、多出力の DC-DC コンバータにも適用することができる。もちろん、整流平滑回路 40 や、出力電圧検出回路 41 や、制御回路 42 の各回路構成も上記各実施形態例の構成に限定されるものではない。

#### 【0072】

【発明の効果】この発明によれば、逆電流検知手段および逆電流抑制手段を設け、これら逆電流検知手段および逆電流抑制手段によって、逆電流が検知されたときにはスイッチ素子の動作を入出力変換比の増加方向に制御する構成を備えた。この構成によって、逆電流の通電時には逆電流の通電量を抑制することができる特有なレギュレーション特性を DC-DC コンバータは持つことができることとなった。

【0073】このことから、DC-DC コンバータの出力側にオーバershoot 電圧が印加した際に、そのオーバershoot 電圧印加に起因した逆電流の通電量を抑制することができるという今までに無かった画期的な同期整流器を備えた DC-DC コンバータを提供することができる。

【0074】上記のように、この発明の DC-DC コンバータは逆電流の通電量を抑制することができるので、大きな逆電流の通電に因る部品の破損問題をほぼ回避することができるが、DC-DC コンバータの耐久の信頼性を高めることができる。

【0075】また、並列運転を行う際に、並列接続される複数の DC-DC コンバータ間に出力電圧のばらつき

が生じて、その出力電圧のばらつきに起因した逆電流の通電量を上記特有なレギュレーション特性を持つことにより抑制することができ、逆電流の通電に起因した損失増加を緩和することができる。これにより、回路効率の悪化を防止することができる。

【0076】上記逆電流抑制手段が制御電圧検出手段と両端電圧検出手段と逆電流検知信号出力手段とを有して構成されているものや、逆電流検知手段が、入力電流あるいはスイッチ素子の通電電流を検出し該検出値が設定値以下であるときに逆電流の通電を検知するものや、逆電流通電に起因して電流の向きが逆向きになる電流経路上の電流を検出し該検出電流の向きに基づいて逆電流を検知するものにあつては、簡単な回路構成で、逆電流を検知することができ、上記同様の優れた効果を奏することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施形態例を示す回路構成図である。

【図 2】この発明において特徴的な構成から得られる特有なレギュレーション特性を示すグラフである。

【図 3】逆電流が通電していないときに、図 1 に示す DC-DC コンバータの主要回路構成部品に通電する電圧あるいは電流の波形例を示す波形図である。

【図 4】逆電流が通電しているときに、図 1 に示す DC-DC コンバータの主要回路構成部品に通電する電圧あるいは電流の波形例を示す波形図である。

【図 5】第 2 の実施形態例を示す回路構成図である。

【図 6】第 3 の実施形態例を示す回路構成図である。

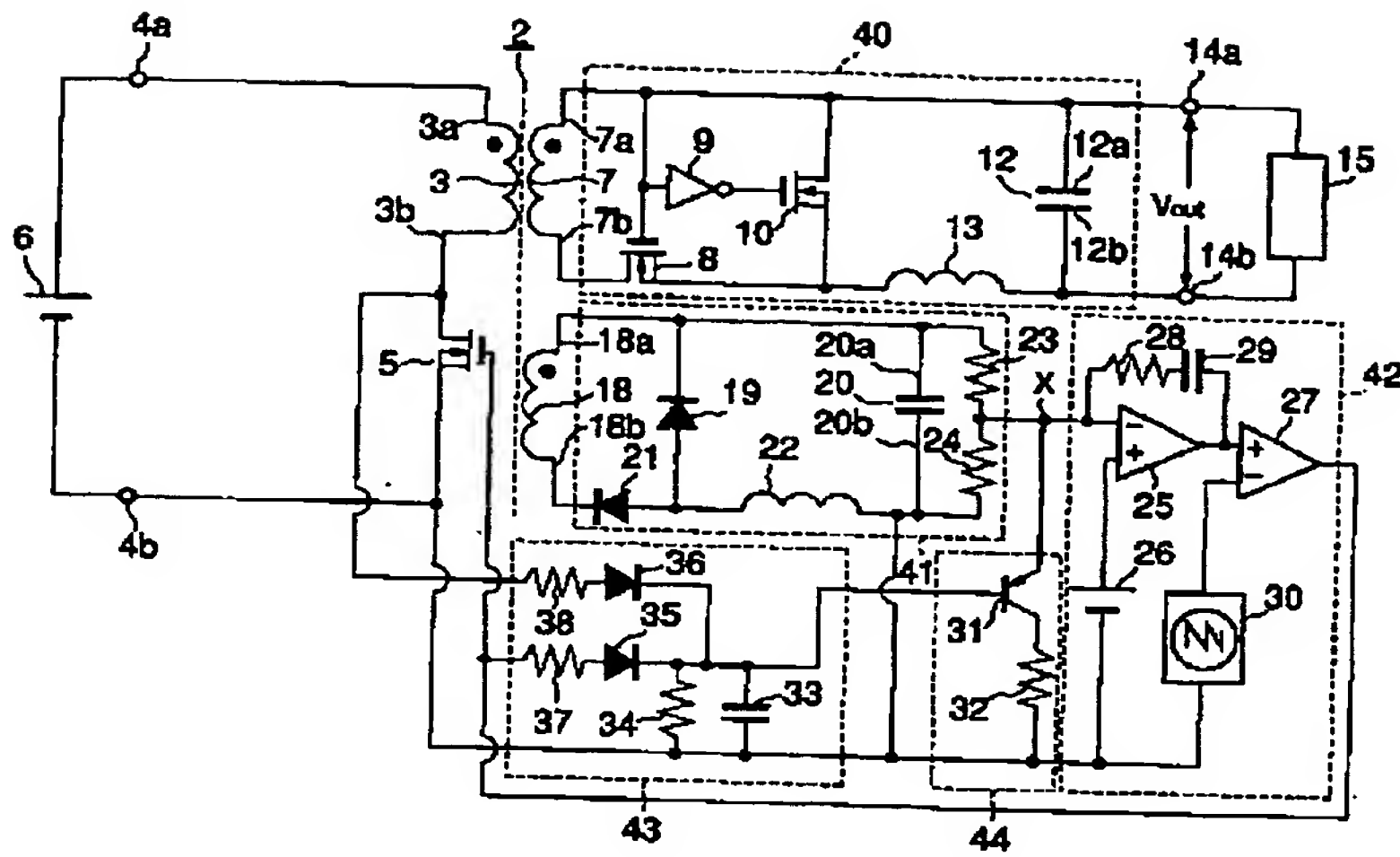
【図 7】従来の同期整流器を備えた DC-DC コンバータにおけるレギュレーション特性を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

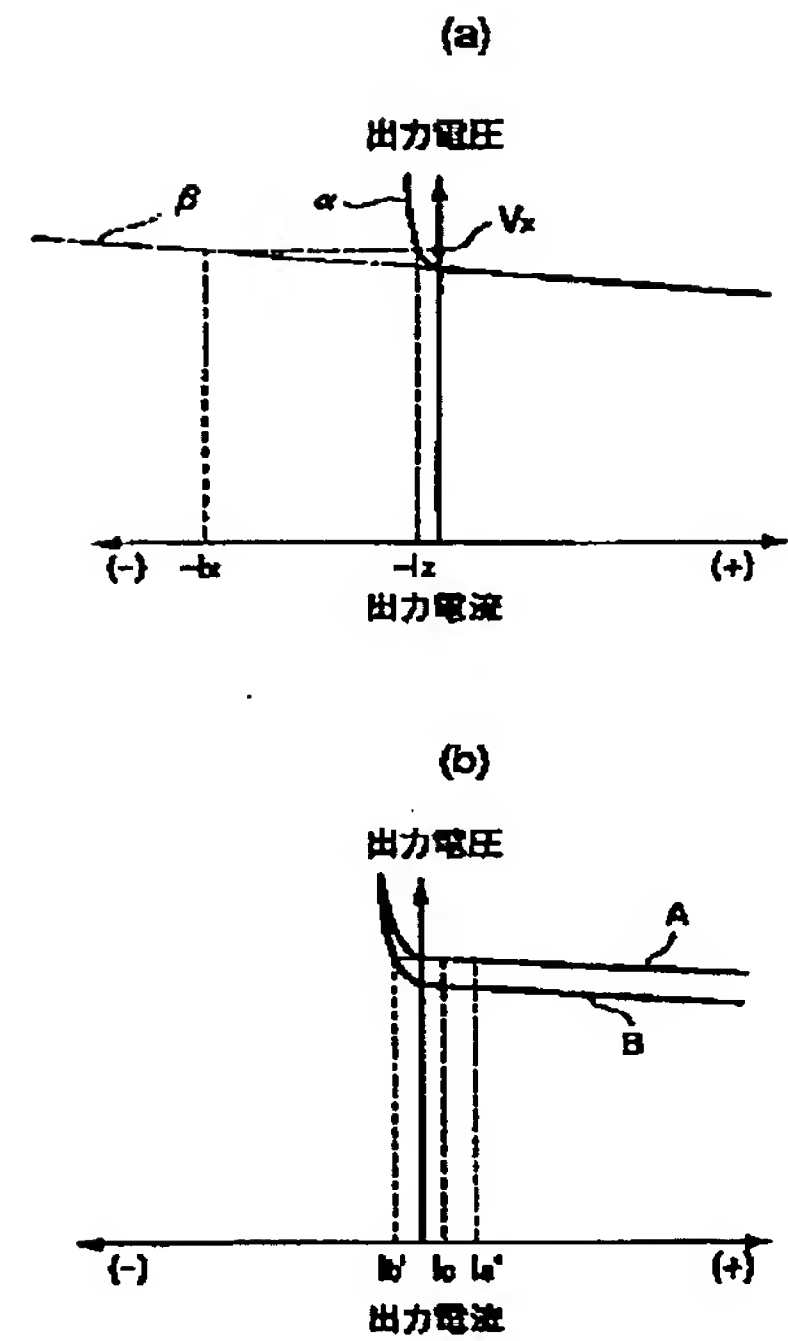
- 1 DC-DC コンバータ
- 5 スwitch素子
- 8 整流側同期整流器
- 10 転流側同期整流器
- 12 平滑コンデンサ
- 15 負荷
- 31 PNP トランジスタ
- 32, 34, 37, 38, 47, 48 抵抗体
- 33, 49 コンデンサ
- 35, 36, 46 ダイオード
- 40 整流平滑回路
- 41 出力電圧検出回路
- 42 制御回路
- 43 逆電流検知手段
- 44 逆電流抑制手段



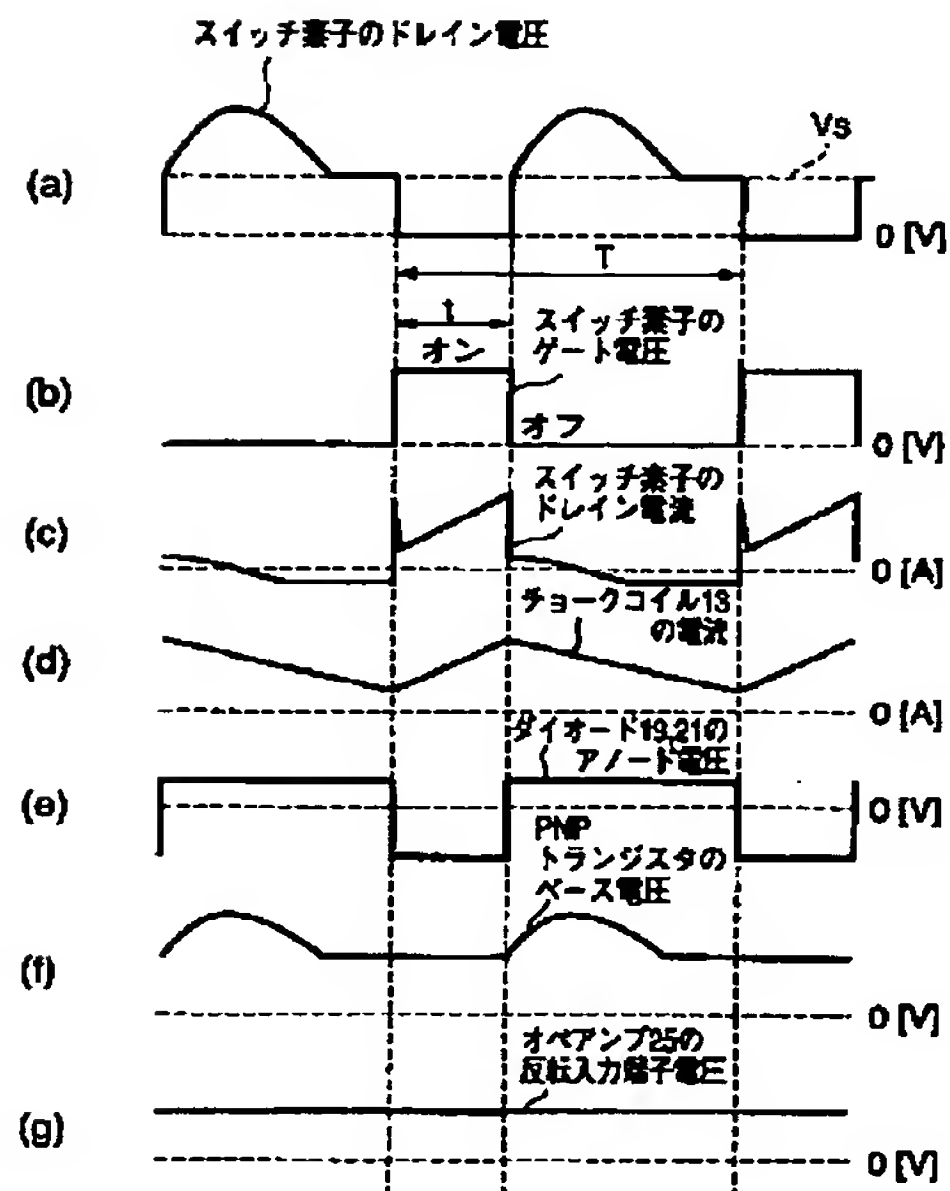
【図 1】



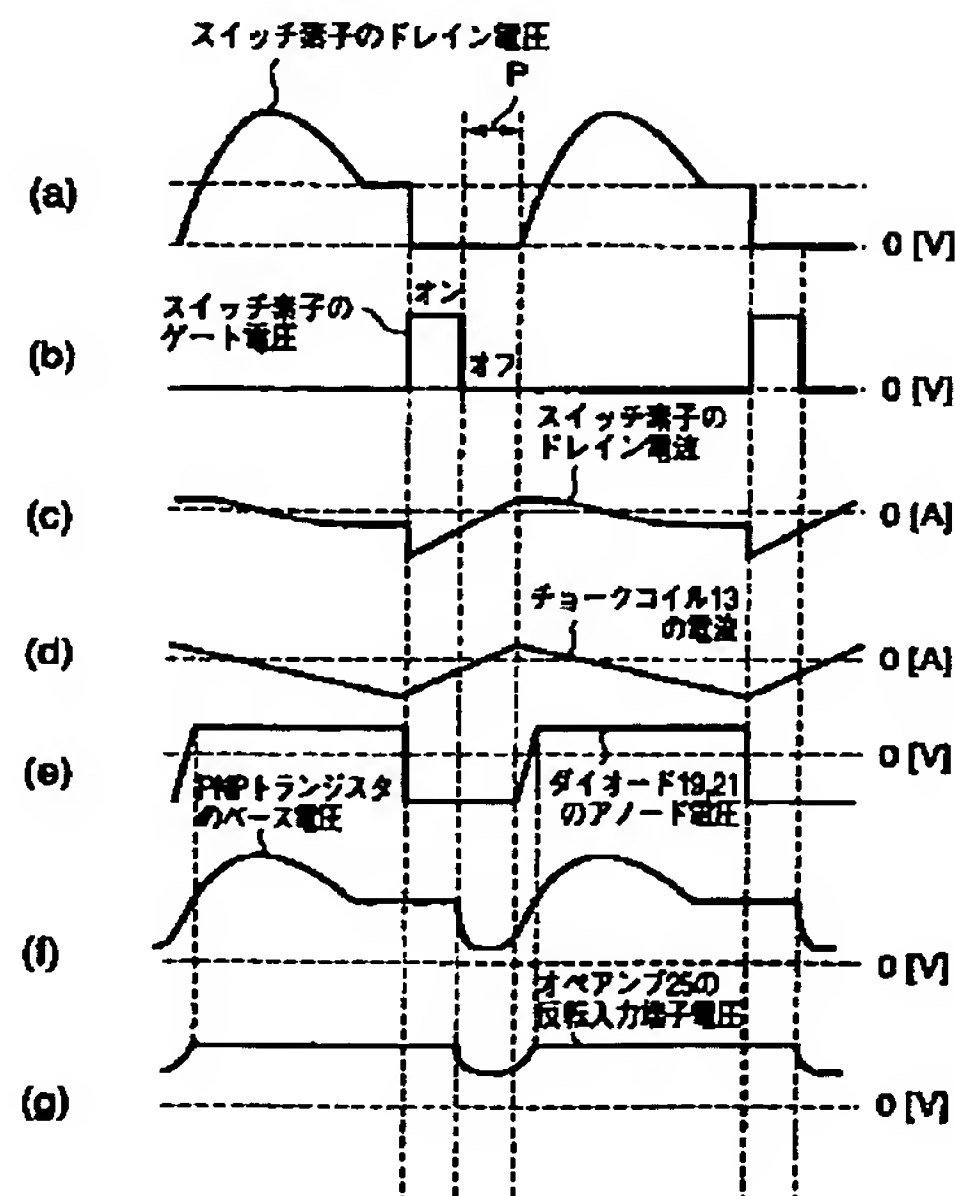
【図 2】



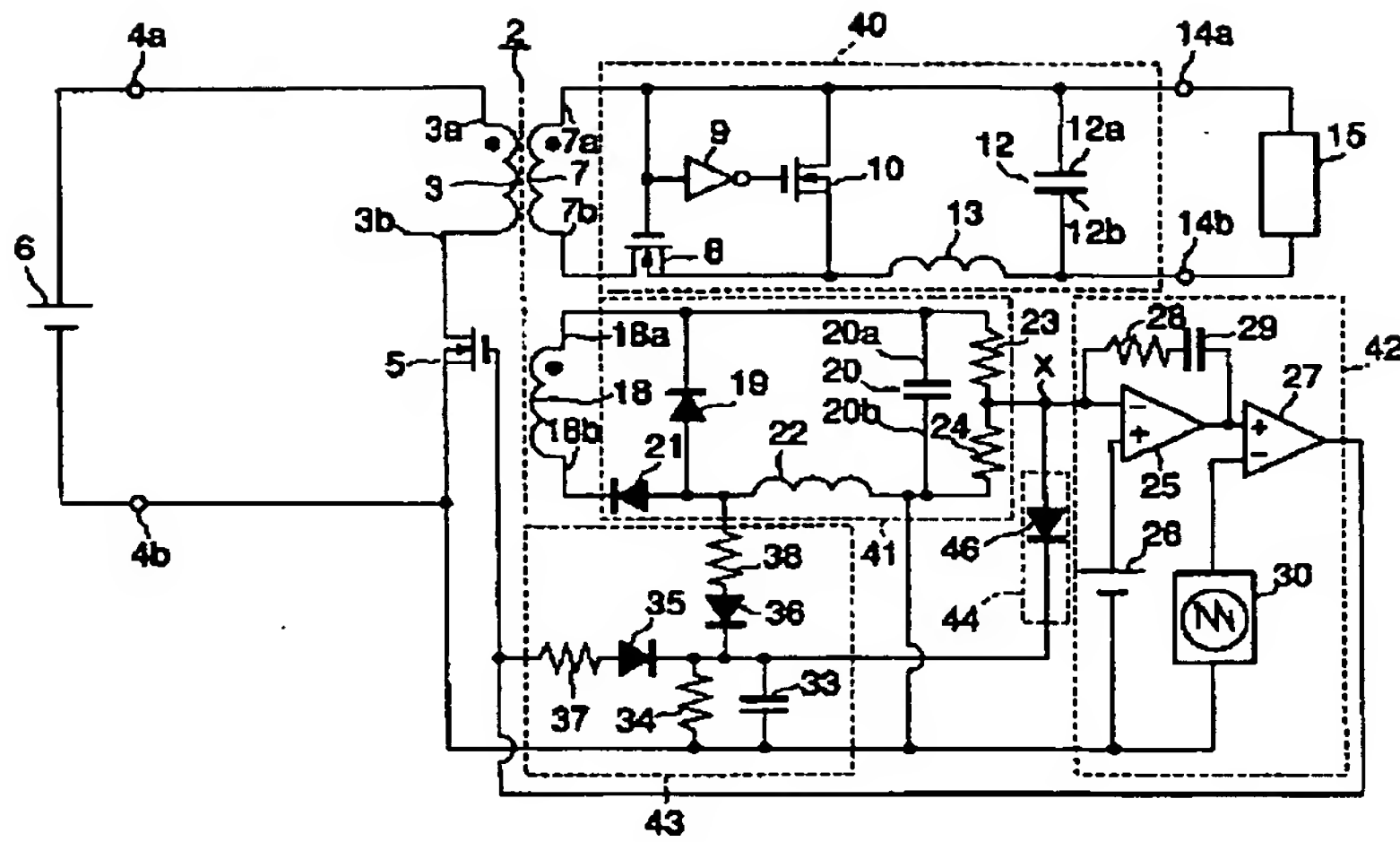
【図 3】



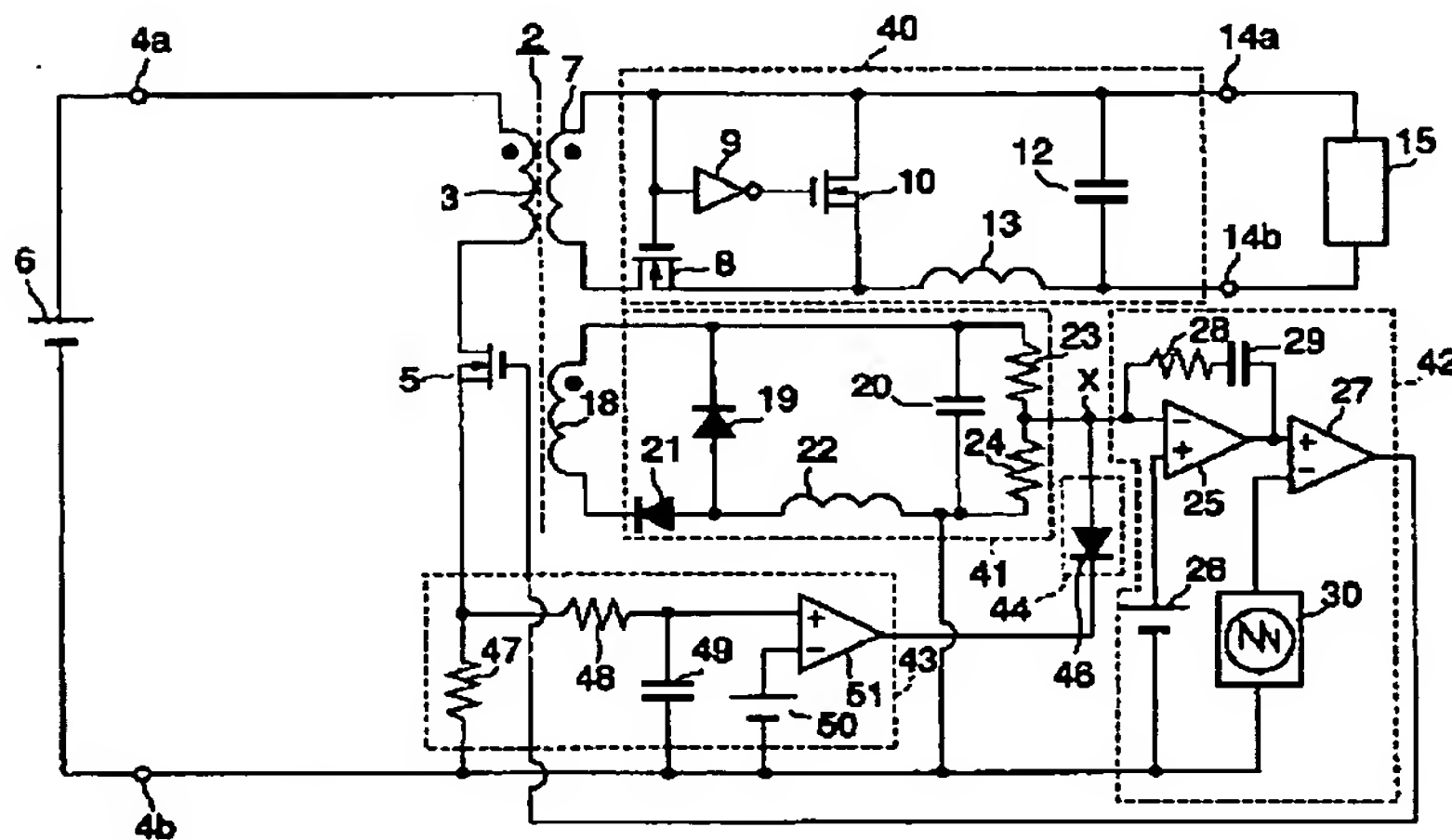
【図 4】



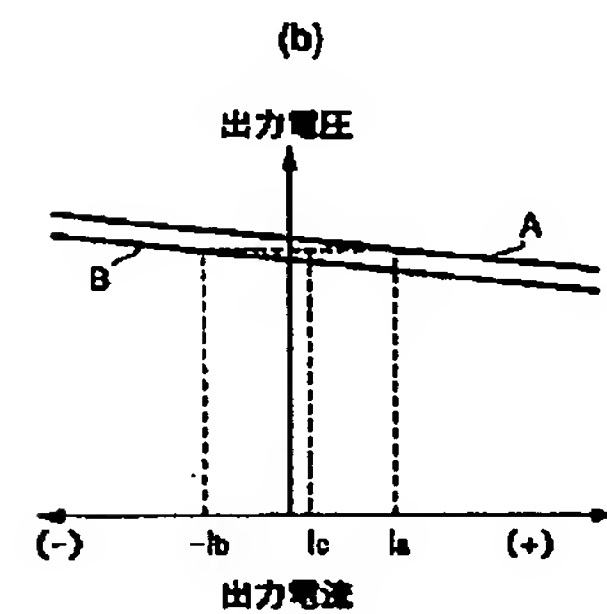
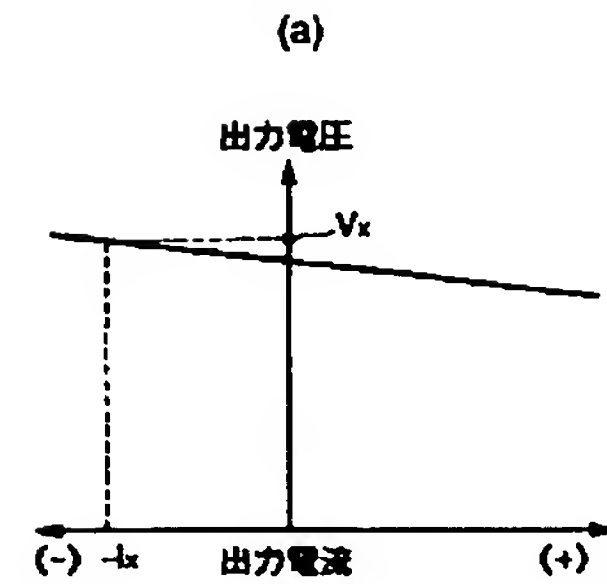
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72) 発明者 辻 仁司  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株  
式会社村田製作所内

(56) 参考文献 特開 平11-332226 (J P, A)  
特開 平11-146637 (J P, A)  
特開 平9-224367 (J P, A)  
特開 平11-235022 (J P, A)  
特開2000-139074 (J P, A)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. <sup>7</sup>, D B 名)

H02M 3/28



**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**(57) [Claim(s)]**

[Claim 1] Have the transformer which has a primary coil and a secondary coil, connect a switching device to a primary coil at a serial, and the rectification smoothing circuit which has a synchronous detector is connected to a secondary coil. In the DC-DC converter which carries out electrical-potential-difference conversion of the input voltage supplied to a primary coil from input power to the input-output-conversion ratio which becomes settled by the switching operation of a switching device being, and is outputted to a load from a rectification smoothing circuit The tertiary coil prepared in the above-mentioned transformer, and the output voltage detector which is connected to this tertiary coil and outputs a detection electrical potential difference, The control circuit which outputs control voltage based on the detection electrical potential difference of this output voltage detector, and carries out adjustable control of the "on" period of the above-mentioned switching device in the stabilization direction of output voltage, A reverse current detection means to detect the reverse current which tends toward an input side from an output side, By reducing the detection electrical potential difference of the above-mentioned output voltage detector, when a reverse current is detected The DC-DC converter characterized by establishing a reverse current control means to control the above-mentioned control circuit, to control the switching operation of the above-mentioned

switching device in the increment direction of the above-mentioned input-output-conversion ratio, and to control the amount of energization of a reverse current.

[Claim 2] In the DC-DC converter equipped with the synchronous detector which carries out electrical-potential-difference conversion of the input voltage to the input-output-conversion ratio which becomes settled by the switching operation of a switching device being, and is outputted to a load A reverse current detection means to detect the reverse current which accomplishes a switching device with the configuration by which switching operation is controlled based on the control voltage applied to a control terminal area, and tends toward an input side from an output side, A reverse current control means to control the switching operation of a switching device in the increment direction of the above-mentioned input-output-conversion ratio, and to control the amount of energization of a reverse current when a reverse current is detected is established. A control voltage detection means by which this reverse current detection means detects the control voltage of the above-mentioned switching device, A both-ends electrical-potential-difference detection means to detect the both-ends electrical potential difference between the current I/O edges of a switching device, The above-mentioned control voltage is under the threshold voltage of an ON drive of a setup of a switching device. And the DC-DC converter characterized by having a reverse current detection signal output means to output a reverse current detection signal when the both-ends electrical potential difference of a switching device is in the low-battery condition produced according to a reverse current, and being constituted.

[Claim 3] A reverse current detection means is the DC-DC converter according to claim 1 characterized by detecting it as detecting an input current or the energization current of a switching device, and the reverse current energizing when this detection value is below the set point.

[Claim 4] A reverse current detection means is a DC-DC converter according to claim 1 characterized by having accomplished with the configuration which detects the current on the current path from which it originates in reverse current



energization, and the sense of a current turns into reverse sense, and detects a reverse current based on the sense of this detected current.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the DC-DC converter equipped with the synchronous detector built into switching power supply equipment etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] As everyone knows, the DC-DC converter built into switching power supply equipment etc. once changes the input voltage  $V_{in}$  of a direct current into an alternating current by the switching operation of a switching device (for example, MOS-FET), and are rectification and a thing which carries out smooth and outputs the electrical potential difference  $V_{out}$  of a direct current to a load by the rectification smoothing circuit about this alternating voltage. With such a DC-DC converter, adjustable control of the above-mentioned output voltage  $V_{out}$  can be carried out by controlling the switching operation of the above-mentioned switching device. If it puts in another way, the ratio (input-

output-conversion ratio) of output voltage  $V_{out}$  to input voltage  $V_{in}$  will become settled by the switching operation of a switching device. Switching motion control of the above-mentioned switching device is performed in order to detect output voltage  $V_{out}$  and to stabilize the above-mentioned output voltage  $V_{out}$  in the electrical-potential-difference value of a setup from this based on this detection electrical potential difference. Moreover, in order to aim at reduction of flow loss as a rectifier of the above-mentioned rectification smoothing circuit in recent years, what uses a synchronous detector has been increasing.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, it may originate in the rapid rise of input voltage  $V_{in}$ , or energization current reduction of a load, and a bigger electrical potential difference (overshoot electrical potential difference) than the output voltage  $V_{out}$  currently supplied to the load from the DC-DC converter may be impressed by the output side of a DC-DC converter.

[0004] In such a case, the charge according to the above-mentioned overshoot electrical potential difference is charged by impression of the above-mentioned overshoot electrical potential difference at the smoothing capacitor of a rectification smoothing circuit. If the impression condition of an overshoot electrical potential difference is canceled and the electrical potential difference of the output side of a DC-DC converter returns to the electrical-potential-difference value of a stationary after that, the charge of the smoothing capacitor by which charge was carried out [ above-mentioned ] will discharge at the moment. Under the present circumstances, since the electrical-potential-difference value acquired by originating in the switching motion control of the switching device of the descent direction of the output voltage  $V_{out}$  by impression of the above-mentioned overshoot electrical potential difference, and carrying out the multiplication of the input-output-conversion ratio to input voltage  $V_{in}$  is lower than the both-ends electrical-potential-difference value of a smoothing capacitor, the charge which discharged from the above-mentioned smoothing capacitor flows towards the input side of a DC-DC converter, and serves as a reverse



current which tends toward an input side from the output side of a DC-DC converter.

[0005] Even if the above-mentioned overshoot electrical potential difference is an electrical potential difference slightly higher than the output voltage  $V_{out}$  of a stationary, the amount of energization of this reverse current will become very big, will originate in that big reverse current energization, and various problems will produce it.

[0006] Such a big reverse current energizes because it had a regulation property as shown in drawing 7 (a) in the DC-DC converter equipped with the conventional synchronous detector. That is, in the former, with the DC-DC converter of the type which performs rectification \*\*\*\* using a synchronous detector and outputs the output voltage  $V_{out}$  of a direct current, as shown in drawing 7 (a), the amount of fluctuation of the increment direction of the output voltage  $V_{out}$  to the amount of fluctuation of the reduction direction of the output current (inclination) had a loose regulation property. In addition, the field whose output current shown in drawing 7 R> 7 (a) is forward (+) is a field which the output current is energizing towards an output side from the input side of a DC-DC converter, and the field whose output current is negative (-) is a reverse current energization field which the reverse current is energizing towards an input side from the output side of a DC-DC converter.

[0007] At the former, the big reverse current of a current value  $I_x$  will energize the inside of a DC-DC converter also only by few overshoot electrical potential differences called  $V_x$  in an electrical-potential-difference value being impressed by the output side of a DC-DC converter, since it has a regulation property as shown in drawing 7 (a).

[0008] It is added to the components with which big current stress constitutes the DC-DC converter by this big reverse current energization, and there is fear of components breakage. Moreover, in the DC-DC converter which has the transformer, the choke coil for rectification smooth, and the synchronous detector, the big electromagnetic energy by reverse current energization is accumulated in

the above-mentioned choke coil or a transformer at the "on" period of a switching device, and there is a possibility of the big electrical potential difference based on the accumulated energy being impressed by the switching device and the synchronous detector for rectification smooth at the moment the switching device turned off, and damaging a switching device and a synchronous detector. Thus, it originated in big reverse current energization, and the components breakage problem of a DC-DC converter had arisen.

[0009] Moreover, the use gestalt of the parallel operation which connects two or more DC-DC converters to a load at juxtaposition may be taken. In case such parallel operation is performed, dispersion in output voltage  $V_{out}$  may arise among two or more DC-DC converters by which parallel connection is carried out [ above-mentioned ]. In such a case, a reverse current flows toward a DC-DC converter with low output voltage  $V_{out}$  from a DC-DC converter with high output voltage  $V_{out}$ .

[0010] For example, DC-DC converter A with the higher output voltage  $V_{out}$  has the regulation property shown in the continuous line A of drawing 7 (b), and DC-DC converter B with the lower output voltage  $V_{out}$  presupposes that the value of the current which has the regulation property shown in the continuous line B of drawing 7 (b), and is supplied to a load from two or more whole DC-DC converters which are carrying out parallel operation is  $I_c$ . In this case, to DC-DC converter B with the lower output voltage  $V_{out}$ , the reverse current of the current value  $I_b$  based on the output voltage  $V_{out}$  of the above-mentioned DC-DC converter A energizes from the DC-DC converter A side. It originates in this reverse current energization, and loss occurs in the above-mentioned DC-DC converter B.

[0011] Moreover, in order to, compensate the insufficiency  $I_b$  resulting from the above-mentioned reverse current energization to the amount  $I_c$  of supply current to a load with the above-mentioned DC-DC converter A on the other hand, the current of a current value  $I_a$  ( $I_a = I_b + I_c$ ) must be outputted. For this reason, the amount of energization currents in the above-mentioned DC-DC converter A will



become large, and loss will increase. As mentioned above, if dispersion in output voltage  $V_{out}$  arises between the DC-DC converters which are carrying out parallel connection at the time of parallel operation, loss of the both sides of DC-DC converter A with the higher output voltage  $V_{out}$  and DC-DC converter B of the lower one will increase, and the problem that circuit efficiency will get worse will arise.

[0012] This invention is accomplished in order to solve the above-mentioned technical problem, and that purpose is in offering breakage of the components which controlled the amount of energization of a reverse current and originated in reverse current energization, and the DC-DC converter equipped with the synchronous detector which can prevent the increment problem in loss resulting from a reverse current at the time of parallel operation.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention is taken as a means to solve said technical problem with the configuration shown below. Namely, the 1st invention is equipped with the transformer which has a primary coil and a secondary coil, connect a switching device to a primary coil at a serial, and the rectification smoothing circuit which has a synchronous detector is connected to a secondary coil. In the DC-DC converter which carries out electrical-potential-difference conversion of the input voltage supplied to a primary coil from input power to the input-output-conversion ratio which becomes settled by the switching operation of a switching device being, and is outputted to a load from a rectification smoothing circuit The tertiary coil prepared in the above-mentioned transformer, and the output voltage detector which is connected to this tertiary coil and outputs a detection electrical potential difference, The control circuit which outputs control voltage based on the detection electrical potential difference of this output voltage detector, and carries out adjustable control of the "on" period of the above-mentioned switching device in the stabilization direction of output voltage, A reverse current detection means to detect the reverse current which tends toward an input side from an

output side, By reducing the detection electrical potential difference of the above-mentioned output voltage detector, when a reverse current is detected It is considering as a means to solve said technical problem with the configuration in which a reverse current control means to control the above-mentioned control circuit, to control the switching operation of the above-mentioned switching device in the increment direction of the above-mentioned input-output-conversion ratio, and to control the amount of energization of a reverse current is formed.

[0014] In the DC-DC converter equipped with the synchronous detector which the 2nd invention carries out electrical-potential-difference conversion of the input voltage to the input-output-conversion ratio which becomes settled by the switching operation of a switching device being, and is outputted to a load A reverse current detection means to detect the reverse current which accomplishes a switching device with the configuration by which switching operation is controlled based on the control voltage applied to a control terminal area, and tends toward an input side from an output side, A reverse current control means to control the switching operation of a switching device in the increment direction of the above-mentioned input-output-conversion ratio, and to control the amount of energization of a reverse current when a reverse current is detected is established. A control voltage detection means by which this reverse current detection means detects the control voltage of the above-mentioned switching device, A both-ends electrical-potential-difference detection means to detect the both-ends electrical potential difference between the current I/O edges of a switching device, When the above-mentioned control voltage is under the threshold voltage of an ON drive of a setup of a switching device and it is in the low-battery condition which the both-ends electrical potential difference of a switching device produces according to a reverse current, it is characterized by having a reverse current detection signal output means to output a reverse current detection signal, and being constituted.

[0015] The 3rd invention is equipped with the configuration of invention of the above 1st, and a reverse current detection means detects an input current or the

energization current of a switching device, and when this detection value is below the set point, it constitutes detecting it as the reverse current energizing as a description.

[0016] The current on the current path from which the 4th invention is equipped with the configuration of invention of the above 1st, a reverse current detection means originates in reverse current energization, and the sense of a current turns into reverse sense is detected, and it constitutes having accomplished with the configuration which detects a reverse current based on the sense of this detected current as a description.

[0017] In invention of the above-mentioned configuration, when a reverse current detection means detects a reverse current, a reverse current control means controls the switching operation of a switching device in the increment direction of an input-output-conversion ratio. Thus, when a reverse current control means operates, the DC-DC converter of this invention will have the regulation property that the amount of fluctuation of the increment direction of the output voltage to the amount of fluctuation of the increment direction of a reverse current is rapid. For this reason, for example, when an overshoot electrical potential difference is impressed by the output side of a DC-DC converter, it becomes possible to control sharply the amount of energization of the reverse current resulting from that overshoot electrical-potential-difference impression compared with the former.

[0018] Thereby, breakage of the components resulting from reverse current energization can be prevented mostly. Moreover, since the amount of energization of the reverse current resulting from dispersion in these output voltage can be small controlled when dispersion in output voltage is among two or more DC-DC converters by which parallel connection is carried out, also in case parallel operation is performed, the increment in loss of the DC-DC converter by the reverse current can be eased, and aggravation of circuit efficiency can be prevented.

[0019]



[Embodiment of the Invention] Below, the example of an operation gestalt concerning this invention is explained based on a drawing.

[0020] In order to control the amount of energization of a reverse current, this invention person invented constituting the circuit of a DC-DC converter in the reverse current energization field to which a regulation property, i.e., the output current, as shown in the continuous line alpha of drawing 2 (a) becomes negative (-) so that it might have the regulation property alpha that the amount of fluctuation of the increment direction of the output voltage  $V_{out}$  to the amount of fluctuation of the increment direction of a reverse current is rapid.

[0021] When the overshoot electrical potential difference of the electrical-potential-difference value  $V_x$  is impressed by the output side of a DC-DC converter by having the above regulation properties alpha, the reverse current of a current value  $I_z$  will energize to a DC-DC converter. On the other hand, when it has the conventional regulation property beta as shown in the chain line beta of drawing 2 (a) and the overshoot electrical potential difference of the same electrical-potential-difference value  $V_x$  as the above is impressed by the output side of a DC-DC converter, a DC-DC converter will be markedly resembled rather than the above-mentioned current value  $I_z$ , and the reverse current of the big current value  $I_x$  will energize.

[0022] Thus, the amount of energization of the reverse current in a DC-DC converter can be sharply controlled by giving the above-mentioned regulation property alpha compared with the former. It becomes possible to prevent various problem generating which originated in big reverse current energization by this.

[0023] this invention person invented building into a DC-DC converter a reverse current detection means to detect a reverse current, and a reverse current control means to control the switching operation of a switching device in the increment direction of an input-output-conversion ratio, and to control the amount of energization of a reverse current when a reverse current is detected, in order to give the regulation property alpha peculiar to the above to a DC-DC converter.

[0024] Although various configurations can be considered for each circuitry of the

above-mentioned reverse current detection means and a reverse current control means and any [ these ] circuitry can be taken, the concrete example of circuitry is shown below.

[0025] The 1st example of an operation gestalt of the DC-DC converter equipped with the synchronous detector which the above-mentioned reverse current detection means and a reverse current control means are built into drawing 1 , and has the regulation property alpha peculiar to the above is shown. That is, DC-DC converter 1 shown in drawing 1 is an insulating mold forward converter, and has the transformer 2. End side 3a of the primary coil 3 of this transformer 2 is connected to input-side connection 4a, the drain side of the switching device 5 which consists of MOS-FET is connected to other end side of above-mentioned primary coil 3 3b, and the source side of this switching device 5 is connected to input-side connection 4b. The upstream of a transformer 2 is connected to input power 6 by connecting input-side connection 4b to the positive-electrode side of the input power 6 of the direct current by the above-mentioned input-side connection 4a again at the negative-electrode side of the above-mentioned input power 6, respectively.

[0026] Moreover, end side 12a of a smoothing capacitor 12 is connected [ the gate side of the rectification side synchronous detector 8 which consists of MOS-FET ] to end side of secondary coil 7 of transformer 2 7a, respectively the input side of an inverter 9, and the drain side of the commutation side synchronous detector 10 which consists of MOS-FET.

[0027] The drain side of the above-mentioned rectification side synchronous detector 8 is connected to other end side of above-mentioned secondary coil 7 7b, it connects with the source side of the above-mentioned commutation side synchronous detector 10, and the output side of the above-mentioned inverter 9 is connected to the gate side of the commutation side synchronous detector 10 by the source side of this rectification side synchronous detector 8. Moreover, the end side of a choke coil 13 is connected to the connection by the side of [ of the above-mentioned rectification side synchronous detector 8 and the commutation

side synchronous detector 10 ] the source, and the other end side of this choke coil 13 is connected to other end side 12b of the above-mentioned smoothing capacitor 12.

[0028] A load 15 is connected to the above-mentioned smoothing capacitor 12 through the output side connections 14a and 14b at juxtaposition.

[0029] The above-mentioned transformer 2 has the tertiary coil 18, and end side 20a of a capacitor 20 is connected to end side of this tertiary coil 18 18a the cathode side of diode 19, respectively. The cathode side of diode 21 is connected to other end side of above-mentioned tertiary coil 18 18b, and the end side of a choke coil 22 is connected to the anode side of this diode 21 the anode side of the above-mentioned diode 19. Other end side 20b of the above-mentioned capacitor 20 is connected to the other end side of this choke coil 22. The series connection object of resistors 23 and 24 is connected to this capacitor 20 at juxtaposition.

[0030] The inversed input terminal (-) of an operational amplifier 25 is connected to the connection of the above-mentioned resistors 23 and 24, the positive-electrode side of a reference supply 26 is connected to the non-inversed input terminal (+) of this operational amplifier 25, and the output side of an operational amplifier 25 is connected to the non-inversed input terminal (+) of a comparator 27. Moreover, it connects through the resistor 28 and the series connection object for the phase corrections of a capacitor 29 between the inversed input terminal side of the above-mentioned operational amplifier 25, and the output side.

[0031] The output side of the triangular wave oscillator 30 is connected to the inversed input terminal (-) of the above-mentioned comparator 27, and the output side of a comparator 27 is connected to the gate side of said switching device 5.

[0032] Moreover, the emitter side of PNP transistor 31 is connected to the connection X of the connection of said resistors 23 and 24, and the inversed input terminal of an operational amplifier 25, the end side of a resistor 32 is connected to the collector side of PNP transistor 31, and the other end side of a



resistor 32 is connected to the gland side.

[0033] The cathode side of diode 36 is connected to the base side of above-mentioned PNP transistor 31 the cathode side of diode 35 the end side of a resistor 34 the end side of a capacitor 33, respectively, and the other end side of the other end side of the above-mentioned capacitor 33 and a resistor 34 is grounded at the gland side, respectively.

[0034] The anode side of the above-mentioned diode 35 is connected to the end side of a resistor 37, and the other end side of this resistor 37 is connected to the gate side of a switching device 5. Moreover, the end side of a resistor 38 is connected to the anode side of the above-mentioned diode 36, and the other end side of this resistor 38 is connected to the drain side of a switching device 5.

[0035] The rectification smoothing circuit 40 is constituted by the above-mentioned rectification side synchronous detector 8, the inverter 9, the commutation side synchronous detector 10, the smoothing capacitor 12, and the choke coil 13. This rectification smoothing circuit 40 is rectification and a thing which carries out smooth, turns the electrical potential difference  $V_{out}$  of a direct current to a load 15, and supplies it about the alternating voltage outputted from the secondary coil 7 of a transformer 2.

[0036] The output voltage detector 41 which detects the above-mentioned output voltage  $V_{out}$  is constituted by the above-mentioned diodes 21 and 19, the capacitor 20, and the choke coil 22. The energy outputted from a tertiary coil 18 supports the output voltage  $V_{out}$  outputted to a load 15 from a DC-DC converter. Using this, smooth is carried out, and the above-mentioned output voltage detector 41 pressures partially rectification and the electrical potential difference obtained by this rectification and smooth actuation by resistors 23 and 24 for the alternating voltage outputted from the above-mentioned tertiary coil 18, and outputs this partial pressure electrical potential difference as a detection electrical potential difference of output voltage  $V_{out}$ .

[0037] The control circuit 42 is constituted by the above-mentioned operational amplifier 25, a reference supply 26, the comparator 27, the resistor 28, the

capacitor 29, and the triangular wave oscillator 30. This control circuit 42 controls the switching operation of a switching device 5 based on the detection electrical potential difference of the output voltage  $V_{out}$  outputted from the above-mentioned output voltage detector 41 that it should be stabilized in the electrical-potential-difference value of a setup of output voltage  $V_{out}$ . In this 1st example of an operation gestalt, a control circuit 42 adds the pulse-shape signal which is control voltage as shown in the gate which is the control terminal area of a switching device 5 from the output side of the above-mentioned comparator 27 at drawing 3 R> 3 (b), carries out adjustable control of the pulse width  $t$  of that pulse-shape signal in the stabilization direction of output voltage  $V_{out}$ , and carries out adjustable control of the "on" period of a switching device 5. If it puts in another way, a control circuit 42 will carry out adjustable control of the duty ratio (ratio of "on" period  $t$  to the 1 period  $T$  of turning on and off ( $t/T$ )) of a switching device 5 in the stabilization direction of output voltage  $V_{out}$ . Thereby, adjustable control of the output voltage  $V_{out}$  is carried out, and stabilization of output voltage  $V_{out}$  is attained.

[0038] In this 1st example of an operation gestalt, said characteristic reverse current detection means is constituted by the above-mentioned capacitor 33, resistors 34, 37, and 38, and diodes 35 and 36, and said reverse current control means is constituted by above-mentioned PNP transistor 31 and the resistor 32.

[0039] By the way, while the reverse current is not energizing to drawing 3, the current energized on the main circuitry components of a DC-DC converter or the example of a wave of an electrical potential difference is shown, and the energization current of the main circuitry components at the time of reverse current energization or the example of a wave of an electrical potential difference is shown in drawing 4. As shown in above-mentioned drawing 3 (a) and (b), while the reverse current is not energizing, the drain electrical potential difference (electrical potential difference between the drain-sources (both-ends electrical potential difference between the current I/O edges of a switching device)) of a switching device 5 is rising from zero at the moment the gate voltage of a

switching device 5 became under the threshold voltage of an ON drive of a setup, and the switching device 5 turned off, rapidly beyond the electrical-potential-difference value  $V_s$  based on the input voltage  $V_{in}$  of input power 6.

[0040] On the other hand, as shown in drawing 4 (a) and (b), while the reverse current is energizing, even if a switching device 5 turns off, the period  $P$  which is not changed by reverse current energization from a low-battery condition (that is, this 1st example of an operation gestalt 0 volts) produces the drain electrical potential difference of a switching device 5. The energy accumulated in the choke coil 13 of the rectification smoothing circuit 40 by reverse current energization arises by [ of a switching device 5 ] therefore being transmitted to the upstream from secondary [ of a transformer 2 ] off, and this phenomenon is a phenomenon characteristic at the time of reverse current energization.

[0041] Paying attention to the phenomenon characteristic at the time of the above-mentioned reverse current, this invention person formed an above-mentioned reverse current detection means 43 to detect a reverse current, when the gate voltage of a switching device 5 was under the threshold voltage of an ON drive of a setup and it was in the low-battery condition (that is, this 1st example of an operation gestalt 0 volts) which the drain electrical potential difference (both-ends electrical potential difference) of a switching device 5 produces according to a reverse current.

[0042] That is, a gate voltage detection means by which the reverse current detection means 43 is a control voltage detection means to consist of the above-mentioned diode 35 and a resistor 37, The above-mentioned diode 36, the electrical-potential-difference detection means between the drain-sources (drain electrical-potential-difference detection means) which is a both-ends electrical-potential-difference detection means which consists of a resistor 38, and the gate voltage of a switching device 5 under with below the threshold voltage of an ON drive of a setup And when the drain electrical potential difference (both-ends electrical potential difference) of a switching device 5 is in a low-battery condition, it has the capacitor 33 which outputs a reverse current detection signal, and the



reverse current detection signal output means which consists of a resistor 34, and is constituted.

[0043] The DC-DC converter shown in this 1st example of an operation gestalt is constituted as mentioned above. Below, in this 1st example of an operation gestalt, an example of each circuit actuation of the most characteristic above-mentioned reverse current detection means 43 and the reverse current control means 44 is explained briefly.

[0044] The diode 35 and the resistor 37 of the above-mentioned reverse current detection means 43 apply to a capacitor 33 and a resistor 34 the gate voltage and the drain electrical potential difference which detected the gate voltage of a switching device 5, and diode 36 and a resistor 38 detected the drain electrical potential difference (electrical potential difference between the drain-sources) of a switching device 5, and were these-detected, respectively. A capacitor 33 and a resistor 34 apply to the base side of PNP transistor 31 of the above-mentioned reverse current control means 44 an electrical potential difference as shown in drawing 3 (f) according to the electrical potential difference applied the account of a top, and drawing 4 (f).

[0045] When the above-mentioned gate voltage is under the threshold voltage of an ON drive of a setup and it is in the low-battery condition which the drain electrical potential difference of a switching device 5 produces according to a reverse current, this capacitor 33 and the electrical potential difference outputted to the base side of PNP transistor 31 from a resistor 34 fall rather than the time of other conditions, as shown in drawing 4 (f). In this 1st example of an operation gestalt, the circuit constant is set up so that it may become the signal in which the base electrical potential difference of that lowered PNP transistor 31 has the ON driver voltage level of a setup. That is, a capacitor 33 and a resistor 34 are outputted to the base side of PNP transistor 31 by making a signal with the ON driver voltage level of PNP transistor 31 into a reverse current detection signal, when the reverse current has arisen.

[0046] Above-mentioned PNP transistor 31 is turned on in response to the

above-mentioned reverse current detection signal. Thereby, a part of current which faces to the inversed input terminal of an operational amplifier 25 from the connection of resistors 23 and 24 carries out splitting to PNP transistor 31 through a resistor 32 from said connection X. For this reason, although the electrical potential difference which originates in said overshoot electrical-potential-difference impression at the time of reverse current energization, and is outputted from the connection of resistors 23 and 24 is increasing from the time of a stationary, the electrical potential difference inputted into the inversed input terminal of an operational amplifier 25 will fall rather than the time of a stationary. As a result of pulse width  $t$  of the pulse-shape signal added to the gate of a switching device 5 from a control circuit 42 spreading, the "on" period of a switching device 5 becoming long and an input-output-conversion ratio's increasing by this sag, output voltage  $V_{out}$  increases.

[0047] Since the characteristic regulation property  $\alpha$  as considered as the configuration which establishes the above-mentioned reverse current detection means 43 and the reverse current control means 44, and an input-output-conversion ratio is made to increase at the time of reverse current energization and shown in the continuous line  $\alpha$  of drawing 2 (a) was given to the DC-DC converter according to this 1st example of an operation gestalt, when a reverse current occurs, the amount of energization of that reverse current can be sharply controlled compared with the former.

[0048] Thus, since the amount of energization of a reverse current can be controlled, the breakage problem of components by a big reverse current energizing which were mentioned above can be prevented.

[0049] Moreover, in case parallel operation is performed using the DC-DC converter shown in this 1st example of an operation gestalt, even if dispersion in output voltage  $V_{out}$  arises among two or more DC-DC converters by which parallel connection is carried out, the increment in loss by the reverse current energization resulting from dispersion in that output voltage  $V_{out}$  can be eased, and aggravation of circuit efficiency can be prevented.

[0050] That is, a property as the regulation property which shows a property as the regulation property which DC-DC converter A with output voltage  $V_{out}$  high among the DC-DC converters which perform parallel operation has shows to the continuous line A of drawing 2 (b), and DC-DC converter B with low output voltage  $V_{out}$  has shows to the continuous line B of drawing 2 (b) will be shown. thereby, the amount of energization of the reverse current from the above-mentioned DC-DC converter A to DC-DC converter B becomes  $I_{b'}$ , compared with the amount  $I_b$  of currents of the reverse current shown in drawing 7 (b) with the conventional regulation property, is boiled markedly and becomes small. For this reason, loss of the above-mentioned DC-DC converter B resulting from reverse current energization can be controlled small.

[0051] Moreover, since the amount of reverse current energization to the above-mentioned DC-DC converter B decreases, the amount of energization of the above-mentioned DC-DC converter A can also decrease, and thereby, it can also control loss of DC-DC converter A.

[0052] thus, in case parallel operation is performed by the ability controlling the amount of energization of a reverse current, the increment in loss resulting from reverse current energization can be boiled markedly, it can ease, and aggravation of circuit efficiency can be prevented.

[0053] Below, the 2nd example of an operation gestalt is explained.

[0054] It being characteristic in this 2nd example of an operation gestalt is that the end side of the resistor 38 of the reverse current detection means 43 is connected to the connection by the side of [ of the diodes 19 and 21 of the output voltage detector 41 ] an anode as said 1st example of an operation gestalt showed and it is shown in drawing 5 instead of the drain side of a switching device 5.

[0055] Moreover, it is also characteristic that the reverse current control means 44 replaces with PNP transistor 31 and resistor 32 which were shown in said 1st example of an operation gestalt, and consists of this 2nd example of an operation gestalt with diode 46. It connects with the connection X of the connection of

resistors 23 and 24, and the inversed input terminal of an operational amplifier 25, and the cathode side of this diode 46 is connected to the output side (a capacitor 33, resistor 34) of the reverse current detection means 44 by the anode side of the above-mentioned diode 46.

[0056] Configurations other than the above are the same as that of said 1st example of an operation gestalt, in explanation of this 2nd example of an operation gestalt, the same sign is given to the same component as said 1st example of an operation gestalt, and that duplication explanation is omitted.

[0057] As shown in drawing 3 (a), (e), and drawing 4 (a) and (e), when it is in a low-battery condition, the drain electrical potential difference of a switching device 5 originates in reverse current energization, and the electrical potential difference by the side of the anode of the diodes 19 and 21 in the output voltage detector 41 turns into a negative electrical potential difference, and when other, it is a forward electrical potential difference. In this 2nd example of an operation gestalt, paying attention to that phenomenon, as shown in said 1st example of an operation gestalt, the low-battery condition of the drain electrical potential difference (both-ends electrical potential difference) of a switching device 5 was not detected directly, but it has the configuration which detects the electrical potential difference by the side of the anode of the above-mentioned diodes 19 and 21, and detects indirectly the low-battery condition of the drain electrical potential difference (both-ends electrical potential difference) of the above-mentioned switching device 5 by the above-mentioned diode 36 and the resistor 38.

[0058] In this 2nd example of an operation gestalt, the reverse current detection means 43 It is under the threshold voltage of an ON drive of a setup of the gate voltage of a switching device 5 by reverse current energization. And when the drain electrical potential difference of a switching device 5 is in a low-battery condition (that is, condition negative in the electrical potential difference of the connection by the side of [ of diodes 19 and 21 ] an anode) The electrical potential difference by the side of the cathode of the diode 46 of the reverse



current control means 44 is reduced, and it is constituted so that the applied voltage of diode 46 may turn into more than ON driver voltage.

[0059] For this reason, at the time of reverse current energization, diode 46 turns on, a part of current which faces to an operational amplifier 25 from the connection of resistors 23 and 24 shunts toward a diode 46 side by said connection X like said 1st example of an operation gestalt, and the electrical potential difference inputted into the inversed input terminal of an operational amplifier 25 falls. Consequently, pulse width  $t$  of the pulse-shape signal added to a switching device 5 from a control circuit 42 is expanded, an input-output-conversion ratio increases, and output voltage  $V_{out}$  increases.

[0060] Also in this 2nd example of an operation gestalt like said 1st example of an operation gestalt It considers as the configuration to which an input-output-conversion ratio is made to increase while the reverse current detection means 43 and the reverse current control means 44 are established and the reverse current is energizing. Since the characteristic regulation property  $\alpha$  as shown in said drawing 2 (a) can be given to a DC-DC converter, the amount of energization of a reverse current can be controlled and various problems resulting from reverse current energization can be prevented.

[0061] Below, the 3rd example of an operation gestalt is explained. In addition, in explanation of this 3rd example of an operation gestalt, the same sign is given to the same component as said each example of an operation gestalt, and that duplication explanation is omitted.

[0062] As the reverse current detection means 43 is shown in drawing 6 , it has resistors 47 and 48, a capacitor 49, a reference supply 50, and an operational amplifier 51, and is constituted, and the reverse current control means 44 is constituted from this 3rd example of an operation gestalt by diode 46. The other configuration is the same as that of said each example of an operation gestalt.

[0063] That is, in this 3rd example of an operation gestalt, a resistor 47 is connected to the source side of a switching device 5 at a serial, the end side of a resistor 48 is connected to the connection this resistor 47 and by the side of the

source of a switching device 5, and the other end side of a resistor 48 is connected to the non-inversed input terminal (+) of an operational amplifier 51 the end side of a capacitor 49, respectively. The positive-electrode side of a reference supply 50 is connected to the inversed input terminal (-) of an operational amplifier 51, and the negative-electrode side of the other end side of the above-mentioned capacitor 49 and a reference supply 50 is connected to the gland side, respectively. The cathode side of diode 46 is connected to the output side of the above-mentioned operational amplifier 51, and the anode side of this diode 46 is connected to Connection X like said 2nd example of an operation gestalt.

[0064] The DC-DC converter of this 3rd example of an operation gestalt is constituted as mentioned above, and shows briefly the example of the characteristic reverse current detection means 43 and the reverse current control means 44 of operation in this 3rd example of an operation gestalt below.

[0065] For example, a resistor 47 is outputted to the integrating circuit which detects the drain current energized to a switching device 5, and consists of a resistor 48 and a capacitor 49. This integrating circuit integrates with the above-mentioned drain current, and adds it to the non-inversed input terminal of an operational amplifier 51. Compared with the drain current of the switching device 5 at the time of un-energizing [ of the reverse current shown in drawing 3 (c) ], as shown in drawing 4 (c), at the time of reverse current energization, the drain current of a switching device 5 is very low. From this, the electrical potential difference inputted into the non-inversed input terminal of an operational amplifier 51 from the above-mentioned integrating circuit will fall more sharply than the time of un-energizing [ of a reverse current ] at the time of reverse current energization.

[0066] In this 3rd example of an operation gestalt, the fall of the input voltage to the non-inversed input terminal of the operational amplifier 51 at the time of the above-mentioned reverse current energization is used, and the electrical potential difference of the output side of an operational amplifier 51 is reduced at

the time of reverse current energization, and like said 2nd example of an operation gestalt, it is set up so that diode 46 may turn on. For this reason, at the time of reverse current energization, diode 46 will be in an ON state by actuation of an operational amplifier 51, and a part of current which faces to an operational amplifier 25 from the connection of resistors 23 and 24 shunts toward a diode 46 side from Connection X like said each example of an operation gestalt, consequently output voltage  $V_{out}$  increases.

[0067] Since according to this 3rd example of an operation gestalt it constituted like said each example of an operation gestalt so that it might accomplish with the configuration to which an input-output-conversion ratio is made to increase and might have said characteristic regulation property  $\alpha$  when the reverse current had arisen, the amount of energization of a reverse current can be controlled and various problems resulting from big reverse current energization can be prevented.

[0068] Moreover, in case parallel operation is performed, when dispersion in output voltage  $V_{out}$  has arisen among two or more DC-DC converters by which parallel connection is carried out, the amount of energization of the reverse current resulting from dispersion in the output voltage  $V_{out}$  can also be controlled, the increment in loss resulting from reverse current energization can be eased, and aggravation of circuit efficiency can be prevented.

[0069] In addition, this invention is not limited to each above-mentioned example of an operation gestalt, and can take the gestalt of various operations. For example, it may replace with the reverse current detection means 43 shown in each above-mentioned example of an operation gestalt, and the reverse current detection means of a configuration as shown below may be established. For example, a reverse current detection means is good also as a configuration which detects a reverse current, when the sense of the current which has the current sensing element prepared in an output side, and is detected by this current sensing element rather than a smoothing capacitor 12 becomes the hard flow which faces to a smoothing capacitor 12 from a load 15. Moreover, a

reverse current detection means is good also as a configuration which detects a reverse current based on the sense of the current which has the current sensing element prepared on the current path which goes to a primary-coil 3 side from input power 6, and is detected by this current sensing element.

[0070] Furthermore, it may replace with the above-mentioned resistor 47, and a current transformer may be formed, and although it was the configuration of detecting the drain current of a switching device 5 using a resistor 47, you may constitute from an example of an operation gestalt of the above 3rd so that this current transformer may detect the drain current of a switching device 5.

Furthermore, although the drain current of a switching device 5 was detected, and it was the configuration which detects reverse current energization in the example of an operation gestalt of the above 3rd when the integral value of this detected drain current was below the set point, it is good also as a configuration which detects the drain current of a switching device 5, and detects reverse current energization, for example when the above-mentioned drain current in the "on" period of a switching device 5 is below the set point. Thus, it is good also as a configuration which detects reverse current energization, without using the integral value of the detected current. Furthermore, although reverse current energization was detected in the example of an operation gestalt of the above 3rd using the drain current of a switching device 5, the input current supplied from input power 6 is detected, and when this detection value or the detected integral value of an input current is below the set point, it is good also as a configuration which detects a reverse current.

[0071] Furthermore, although the DC-DC converter of each above-mentioned example of an operation gestalt was the thing of a forward converter method, this invention may be applied also to the thing of converter methods other than a forward converter method (for example, a flyback converter method etc.).

Furthermore, although the DC-DC converter of an insulating mold was made into the example and each above-mentioned example of an operation gestalt explained it, this invention may be applied also to non-insulating mold DC-DC



converters, such as a pressure-lowering converter. Although the DC-DC converter of each above-mentioned example of an operation gestalt was the thing of a single output, this invention can be applied also to the DC-DC converter of many outputs further again. Of course, each circuitry of the rectification smoothing circuit 40, the output voltage detector 41, and a control circuit 42 is not limited to the configuration of each above-mentioned example of an operation gestalt, either.

[0072]

[Effect of the Invention] According to this invention, the reverse current detection means and the reverse current control means were established, and when a reverse current was detected by these reverse current detection means and the reverse current control means, it had the configuration which controls actuation of a switching device in the increment direction of an input-output-conversion ratio. By this configuration, a DC-DC converter can have the characteristic regulation property which can control the amount of energization of a reverse current at the time of energization of a reverse current.

[0073] From this, when an overshoot electrical potential difference is impressed by the output side of a DC-DC converter, the DC-DC converter equipped with the epoch-making synchronous detector which was not until now that the amount of energization of the reverse current resulting from the overshoot electrical-potential-difference impression can be controlled can be offered.

[0074] As mentioned above, since the DC-DC converter of this invention can control the amount of energization of a reverse current, it can avoid mostly the breakage problem of the components based on energization of a big reverse current, and can raise the durable dependability of a DC-DC converter.

[0075] Moreover, in case parallel operation is performed, even if dispersion in output voltage arises among two or more DC-DC converters by which parallel connection is carried out, it can control by having a regulation property peculiar to the above of the amount of energization of the reverse current resulting from dispersion in the output voltage, and the increment in loss resulting from

energization of a reverse current can be eased. Thereby, aggravation of circuit efficiency can be prevented.

[0076] What [ the above-mentioned reverse current control means has a control voltage detection means, a both-ends electrical-potential-difference detection means, and a reverse current detection signal output means, and consists of ]  
What [ a reverse current detection means detects an input current or the energization current of a switching device, and detects energization of a reverse current when this detection value is below the set point ] If it is in some which detect the current on the current path from which it originates in reverse current energization, and the sense of a current turns into reverse sense, and detect a reverse current based on the sense of this detection current, it is easy circuitry, and a reverse current can be detected and the same outstanding effectiveness as the above can be done so.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the circuitry Fig. showing the 1st example of an operation gestalt.

[Drawing 2] It is the graph which shows the characteristic regulation property

acquired from a characteristic configuration in this invention.

[Drawing 3] While the reverse current is not energizing, it is the wave form chart showing the electrical potential difference energized on the main circuitry components of the DC-DC converter shown in drawing 1 , or the example of a wave of a current.

[Drawing 4] While the reverse current is energizing, it is the wave form chart showing the electrical potential difference energized on the main circuitry components of the DC-DC converter shown in drawing 1 , or the example of a wave of a current.

[Drawing 5] It is the circuitry Fig. showing the 2nd example of an operation gestalt.

[Drawing 6] It is the circuitry Fig. showing the 3rd example of an operation gestalt.

[Drawing 7] It is the graph which shows the regulation property in the DC-DC converter equipped with the conventional synchronous detector.

[Description of Notations]

1 DC-DC Converter

5 Switching Device

8 Rectification Side Synchronous Detector

10 Commutation Side Synchronous Detector

12 Smoothing Capacitor

15 Load

31 PNP Transistor

32, 34, 37, 38, 47, 48 Resistor

33 49 Capacitor

35, 36, 46 Diode

40 Rectification Smoothing Circuit

41 Output Voltage Detector

42 Control Circuit

43 Reverse Current Detection Means

44 Reverse Current Control Means

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

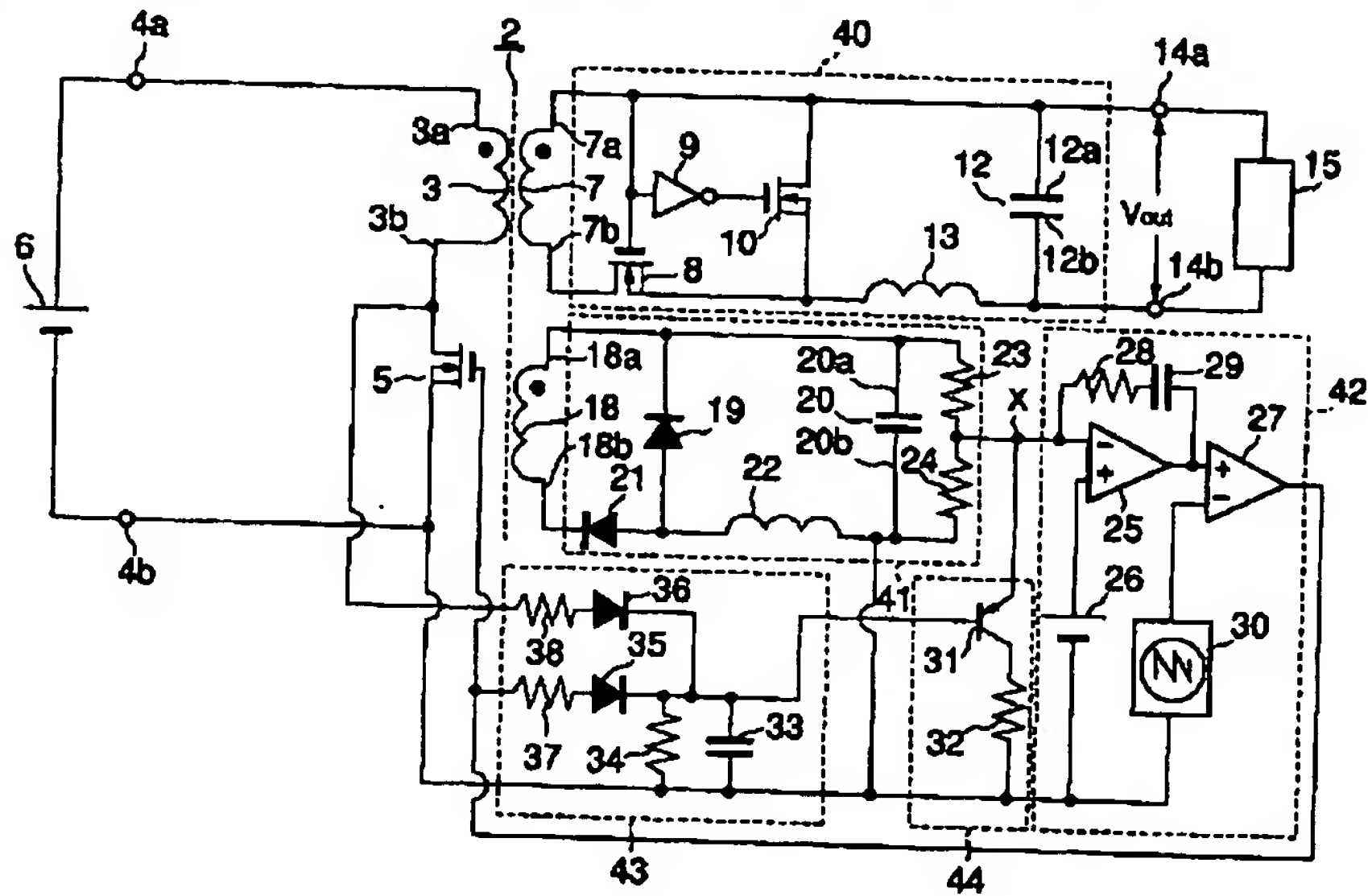
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DRAWINGS

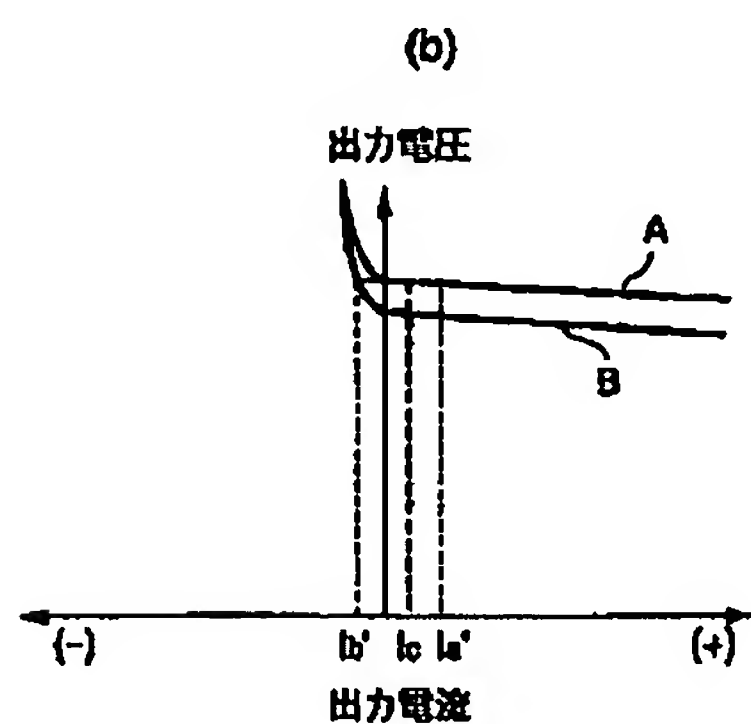
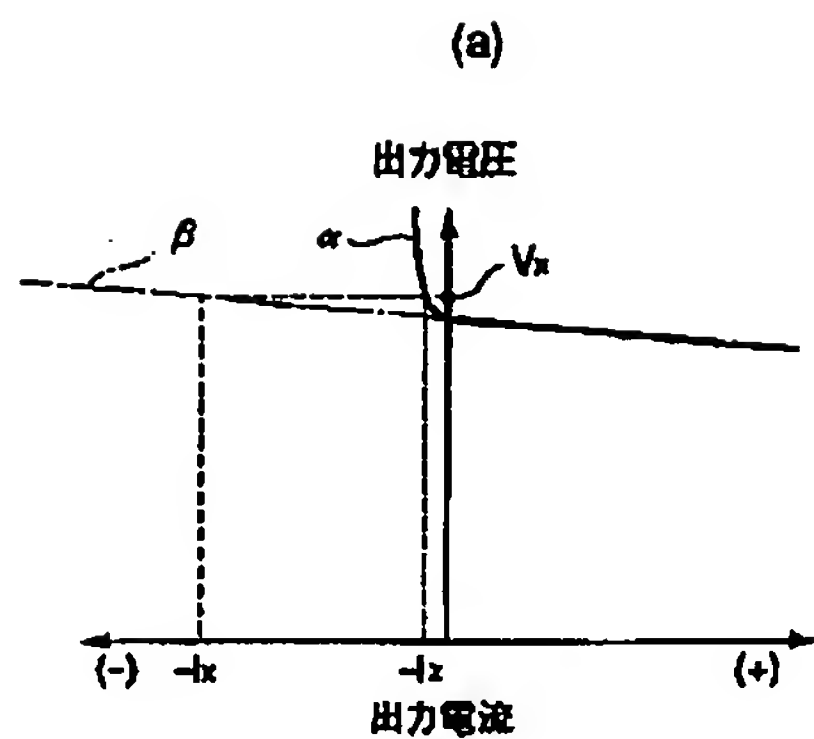
---

[Drawing 1]

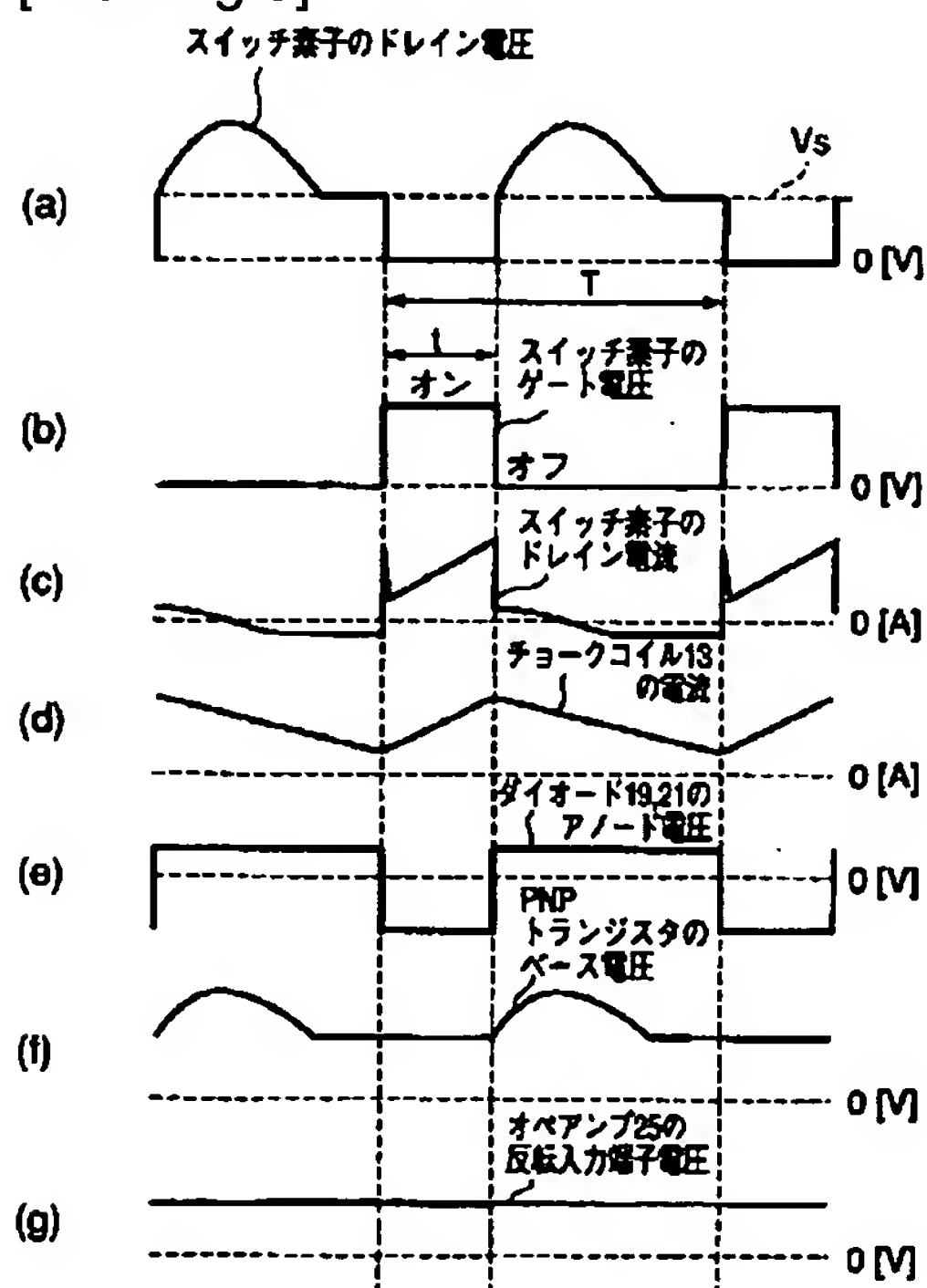


[Drawing 2]

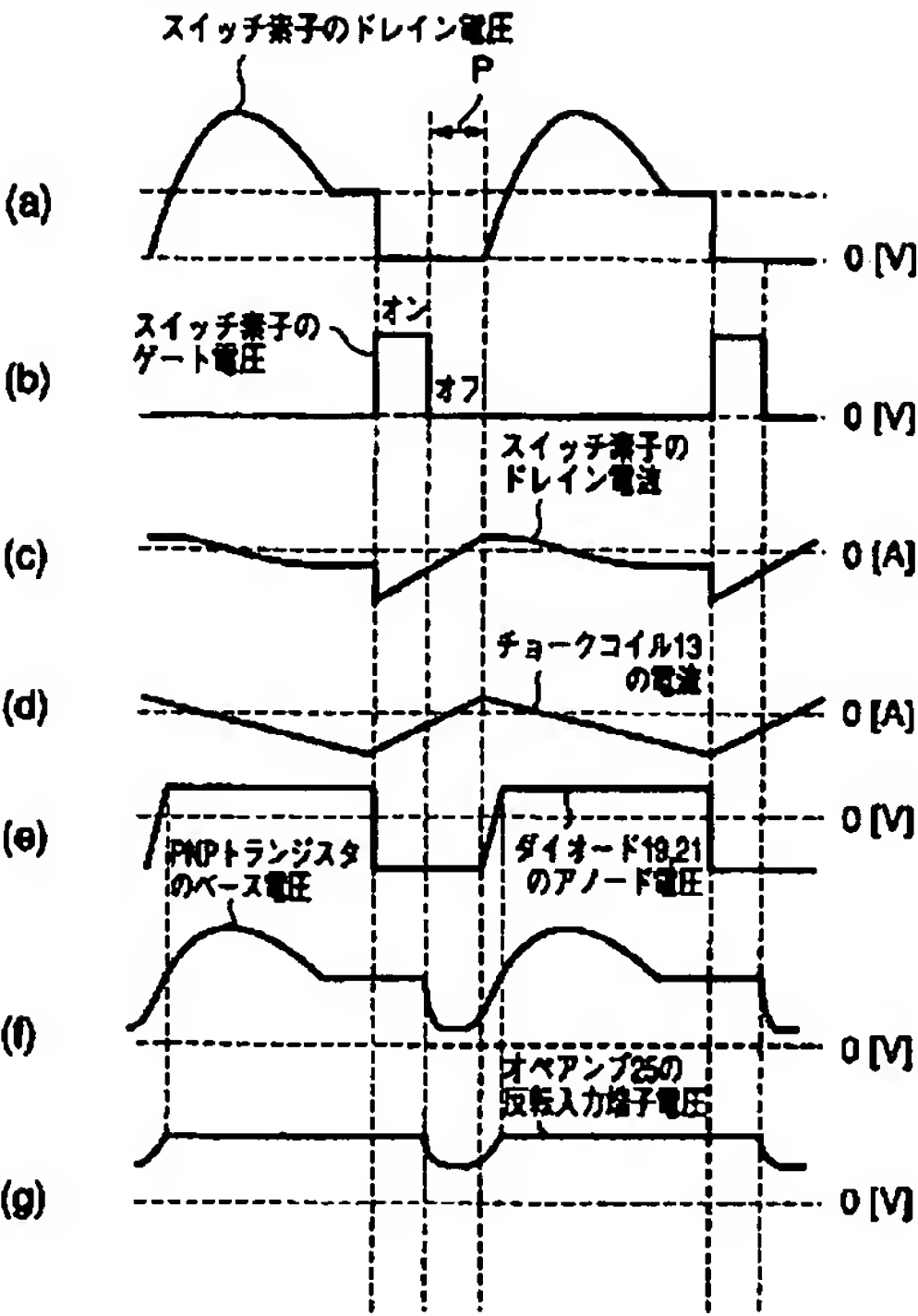




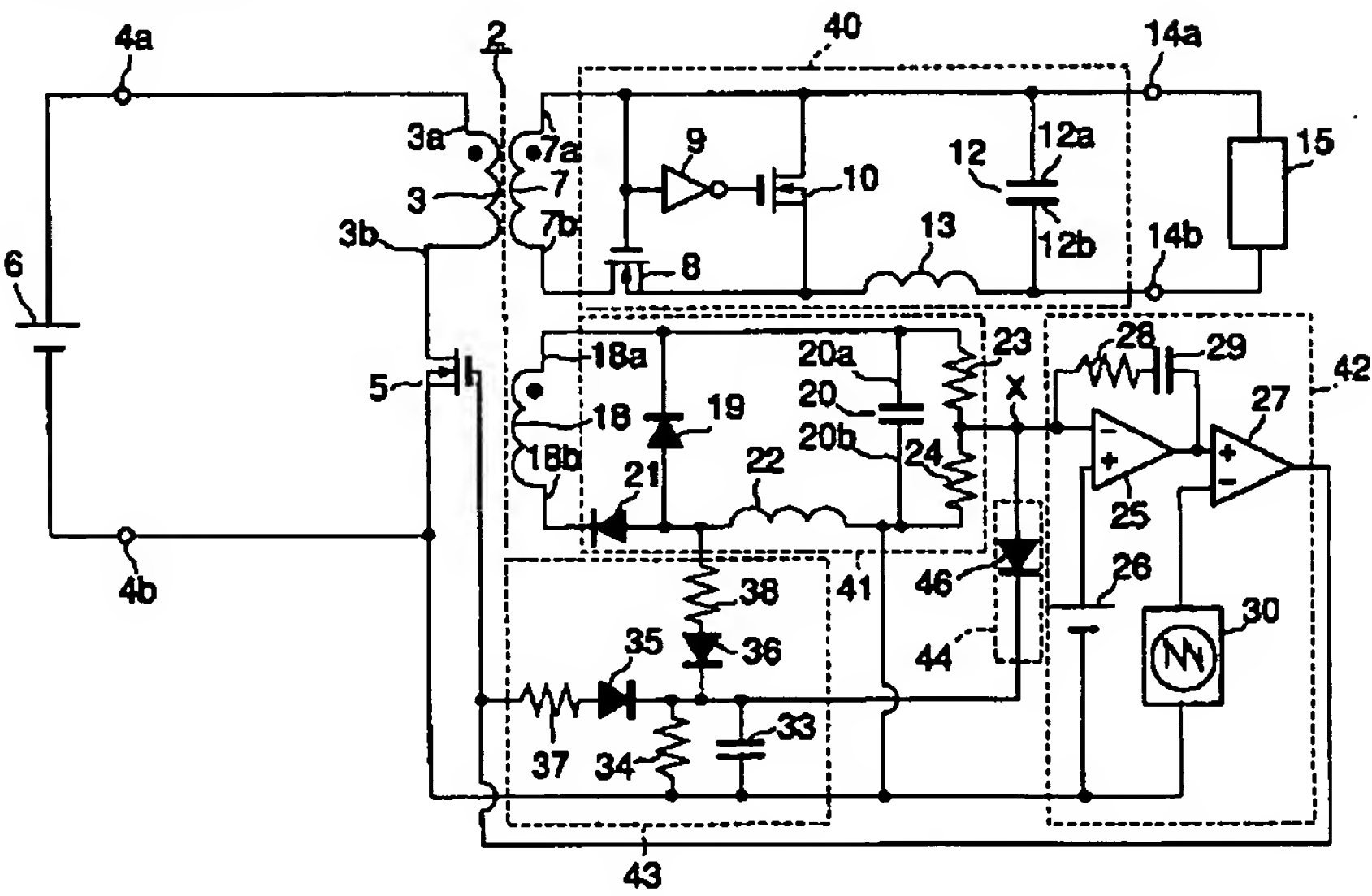
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]

